

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.647-3
(03/2011)

**Interface audionumérique pour les studios
de radiodiffusion**

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, 2011

© UIT 2011

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.647-3*

Interface audionumérique pour les studios de radiodiffusion

(1986-1990-1992-2011)

Champ d'application

La présente Recommandation spécifie une interface pour la transmission numérique série de deux canaux de données audionumériques à échantillonnage périodique et sous forme linéaire à utiliser dans les studios de radiodiffusion.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est nécessaire, dans les studios de radiodiffusion, d'interconnecter dans le domaine numérique différents appareils audionumériques;
- b) qu'il serait avantageux que tous les appareils utilisent les mêmes connexions d'interface;
- c) que la Recommandation UIT-R BS.646 – Codage à la source des signaux audionumériques dans les studios de radiodiffusion, définit le format sonore numérique utilisé pour les applications de radiodiffusion sonore et télévisuelle;
- d) que l'interface doit laisser une marge pour les traitements;
- e) que l'interface doit permettre d'acheminer des données auxiliaires de différents types,

recommande

1 que l'interface décrite dans l'Annexe 1 soit utilisée dans les studios de radiodiffusion pour la transmission numérique série de deux canaux de données audionumériques à échantillonnage périodique et sous forme linéaire. Cette même interface peut être utilisée pour transporter des signaux audio compressés et d'autres données définies par l'utilisateur;

2 que le respect de cette 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) et on considère 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 aucunement qu'il est obligatoire de respecter en partie ou en totalité la Recommandation.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et de l'Audio Engineering Society (AES).

Annexe 1

Format de transmission série de deux canaux de données audionumériques sous forme linéaire

Les cinq parties ci-après (Partie 1 à Partie 5) spécifient une interface à utiliser dans les studios de radiodiffusion pour la transmission numérique série de deux canaux de données audionumériques à échantillonnage périodique et sous forme linéaire.

- La Partie 1 définit les termes utilisés pour cette spécification.
- La Partie 2 définit le format de codage des signaux audio utilisés pour le contenu audio.
- La Partie 3 définit le format de codage des métadonnées, ou sous-code, se rapportant au contenu audio et acheminées avec lui.
- La Partie 4 définit le format de transport à l'interface audionumérique.
- La Partie 5 spécifie les paramètres physiques et électriques pour différents supports.

Bien que cette spécification de la transmission ne dépende pas de la fréquence d'échantillonnage, l'interface est avant tout censée être utilisée à 48 kHz, fréquence d'échantillonnage qu'il est recommandé d'utiliser dans les applications de radiodiffusion (Recommandation UIT-R BS.646). La présente Annexe ne traite pas de la connexion à des appareils d'usage général.

NOTE 1 – Dans cette spécification d'interface, il est fait mention d'une interface à usage grand public. Ces deux interfaces ne sont pas identiques.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Partie 1 – Terminologie.....	3
Partie 2 – Contenu audio.....	6
Partie 3 – Métadonnées et sous-code.....	8
Appendice A de la Partie 3 – (donné à titre d'information) Insertion de canaux additionnels de qualité téléphonique.....	19
Appendice B de la Partie 3 – (donné à titre d'information) Génération du code CRCC (octet 23) de l'état de canal.....	20
Partie 4 – Transport.....	22
Partie 5 – Paramètres physiques et électriques.....	27
Appendice A de la Partie 5 – (donné à titre d'information) Fréquences de symbole et UI.....	30
Appendice B de la Partie 5 – (donné à titre d'information) Transmission symétrique.....	31
Appendice C de la Partie 5 – (normative) Transmission par câble coaxial.....	35

Partie 1

Terminologie

1 Introduction

Cette Partie 1 définit les termes utilisés dans la présente Recommandation.

2 Terminologie

Dans la présente Recommandation, les définitions suivantes sont applicables.

2.1 Fréquence d'échantillonnage

Fréquence des échantillons représentant un signal audio.

2.2 Mot d'échantillon audio

Série de chiffres binaires représentant l'amplitude d'un échantillon audio, également appelé échantillon MIC.

2.3 Bits auxiliaires d'échantillon

Les quatre bits de plus faible poids parmi ceux attribués à l'audio auxquels on peut assigner le rôle de bits auxiliaires d'échantillon et dont on peut se servir pour des informations auxiliaires quand le nombre de bits d'échantillon audio est inférieur ou égal à 20.

2.4 Bit de validité

Bit indiquant si les bits d'échantillon audio de la même sous-trame se prêtent à la conversion directe en signal audio analogique.

2.5 Bit de plus fort poids

Dans le contexte de la présente norme: bit de plus fort poids (MSB, *most significant bit*) d'un mot d'échantillon audio, qui est le bit de signe dans le cas du code avec complément à deux.

2.6 Bit de plus faible poids

Dans le contexte de la présente norme: bit de plus faible poids (LSB, *least-significant bit*) d'un mot d'échantillon audio.

2.7 Sous-trame

Plus petit élément de la structure de transport définie dans la Partie 4, acheminant un échantillon MIC et des informations auxiliaires.

2.8 Etat de canal

Bits acheminant, dans un format fixe découlant du bloc, des informations associées à chaque canal audio qui peuvent être décodées par n'importe quel utilisateur de l'interface.

2.9 Données d'utilisateur

Canal prévu pour acheminer toute autre information.

2.10 Métadonnées

Informations se rapportant au contenu audio dans le même canal.

2.11 Trame

Séquence de deux sous-frames successives et associées.

2.12 Biphase-marque

Technique de codage de canal (ou de codage de ligne) qui minimise la composante continue et maximalise l'énergie de récupération d'horloge par rapport au flux binaire initial.

2.13 Bit de parité paire

Bit dont la valeur est choisie de manière à ce que le nombre total de uns présents dans le champ qui l'inclut soit pair.

2.14 Préambules

Motifs uniques particuliers utilisés pour la synchronisation, compatibles avec le code biphase-marque mais n'en faisant pas partie. Voir le § 6 de la Partie 4.

2.15 Bloc

Groupe de 192 trames consécutives dont le début est défini. Voir le § 6 de la Partie 4.

NOTE 1 – Le début d'un bloc est défini par un préambule de sous-trame particulier. Voir les § 5 et 6 de la Partie 4.

2.16 Codage de canal/codage de ligne

Codage décrivant la méthode selon laquelle les chiffres binaires sont représentés pour la transmission via l'interface, voir biphase-marque ci-dessus.

2.17 Intervalle unitaire (UI, *unit interval*)

Intervalle de temps nominal le plus court dans le système de codage.

NOTE 1 – Une trame d'échantillon contient 128 UI. Voir l'Appendice A de la Partie 5.

2.18 Gigue d'interface

Ecart temporel des transitions de données à l'interface (franchissements du zéro) lorsqu'elles sont mesurées par rapport à une horloge idéale.

2.19 Gigue intrinsèque

Gigue à l'interface de sortie d'un dispositif qui n'est pas asservi ou qui est synchronisé sur une référence exempte de gigue.

2.20 Gain de gigue

Rapport, exprimé en décibels, entre l'amplitude de la gigue à l'entrée de synchronisation d'un dispositif et la gigue résultante à la sortie du dispositif.

NOTE 1 – Cette définition exclut l'effet de la gigue intrinsèque.

2.21 Fréquence de trame

Fréquence à laquelle les trames sont transmises.

Partie 2

Contenu audio

1 Introduction

Cette Partie 2 définit le format de codage des signaux audio utilisés pour le contenu audio.

2 Contenu audio

2.1 Codage du contenu audio

Le contenu audio est codé sous forme de signaux MIC linéaires utilisant un code avec complément à deux.

2.2 Polarité MIC

Les tensions analogiques positives sont représentées par des nombres binaires positifs.

2.3 Options concernant la précision de codage

La précision de codage est comprise entre 16 et 24 bits, dans deux intervalles afin d'indiquer la longueur qui est utilisée pour les données d'état de canal, 16 à 20 bits et 20 à 24 bits. Voir la Partie 3.

2.4 Précision de codage intermédiaire

L'interface autorise une longueur maximale de mot de 20 ou 24 bits. Si une source fournit moins de bits, une justification est opérée vers le bit de plus fort poids de la longueur de mot disponible et les bits de plus faible poids inutilisés sont mis au 0 logique.

NOTE 1 – Faute d'une telle justification d'un signal à faible résolution, une extension de signe serait alors nécessaire.

2.5 Contenu non audio

L'interface peut aussi acheminer des données ou des signaux audio qui sont compressés ou qui sont dans un format différent du format audio MIC linéaire, dans le canal B ou dans les deux canaux. En

pareils cas, la valeur du bit de validité est fixée de manière indépendante dans chaque canal et l'état de canal est codé de manière à indiquer ce fait. Voir la Partie 3.

NOTE 1 – Cette utilisation n'est pas normalisée ici: le but est uniquement de protéger les appareils standards contre cette utilisation.

2.6 Composante continue

Le décalage continu équivalent présent dans les signaux audio codés doit être aussi faible que possible et, en tout cas, inférieur au niveau de bruit analogique équivalent.

3 Fréquence d'échantillonnage

3.1 Interdépendance des canaux

La fréquence d'échantillonnage est la même dans les deux canaux.

3.2 Choix de la fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage qu'il est recommandé d'utiliser dans les applications de radiodiffusion est de 48 kHz conformément à la Recommandation UIT-R BS.646.

4 Bit de validité

4.1 Utilisation de la validité dans les canaux

Le bit de validité est mis au 0 logique si le mot d'échantillon audio associé se prête à la conversion directe en signal audio analogique, et est mis au 1 logique dans le cas contraire. Lorsque l'état de canal indique (au bit 1 de l'octet 0 (voir la Partie 3)) que le mot d'échantillon audio n'est pas au format MIC linéaire, le bit de validité est mis au 1 logique dans chaque sous-trame.

Il n'y a pas d'état par défaut pour le bit de validité.

4.2 Validité indépendante pour chaque canal

La validité est définie ou redéfinie pour chaque échantillon de manière indépendante dans chaque canal.

5 Préaccentuation

5.1 Indication de préaccentuation

L'utilisation d'une préaccentuation, préaccentuation de 50 μ s conformément à la Recommandation UIT-R BS.450-3 ou préaccentuation UIT-T J.17 conformément à la Recommandation UIT-T J.17, est indiquée dans l'état de canal comme défini dans la Partie 3. Lorsqu'aucune préaccentuation n'est utilisée, cette absence de préaccentuation peut être indiquée.

NOTE 1 – Une indication positive est vivement recommandée. En principe, la valeur par défaut servira à indiquer l'absence de préaccentuation, mais cette condition n'est pas définie.

Partie 3

Métadonnées et sous-code

1 Introduction

Cette Partie 3 définit le format de codage des métadonnées, ou sous-code, se rapportant au contenu audio et acheminées avec lui.

2 Format des données d'utilisateur

Un bit de données d'utilisateur peut être acheminé dans chaque sous-trame. Différentes données d'utilisateur peuvent être acheminées dans chaque canal et peuvent se rapporter ou non au contenu audio associé. La capacité en kbit/s est donc égale à la fréquence d'échantillonnage utilisée, en kiloéchantillons/s, pour chaque canal.

L'utilisateur peut employer à sa guise les bits de données d'utilisateur.

Les formats possibles connus du canal de données d'utilisateur sont indiqués par les bits 4 à 7 de l'octet 1 de l'état de canal.

La valeur par défaut du bit de données d'utilisateur est le 0 logique.

3 Format de l'état de canal

3.1 Bit d'état de canal

Un bit de données d'état de canal est acheminé dans chaque sous-trame. Différentes données d'état de canal peuvent être acheminées dans chaque canal. La capacité en kbit/s est donc égale à la fréquence d'échantillonnage utilisée, en kiloéchantillons/s.

NOTE 1 – Pour chaque signal audio, l'état de canal achemine des informations associées à ce signal audio. Des données d'état de canal différentes peuvent donc être transmises dans les deux sous-frames du signal audionumérique. Comme exemples d'informations à acheminer dans l'état de canal, on peut citer: la longueur des mots d'échantillon audio, le numéro des canaux audio, la fréquence d'échantillonnage, le code d'adresse d'échantillon, les codes alphanumériques de la source et de la destination, et l'accentuation.

3.2 Bloc d'état de canal

Les informations d'état de canal sont organisées en blocs de 192 bits, subdivisés en octets de 8 bits numérotés de 0 à 23. Le format de transmission marque toutes les 192èmes trames pour indiquer qu'elles acheminent le premier bit d'un bloc. Dans chaque octet, les bits sont numérotés de 0 à 7, 0 correspondant au premier bit transmis; le bit 0 de l'octet 0 est donc le premier bit du bloc. Lorsqu'un octet contient une valeur numérique, le bit 0 est le bit de plus faible poids.

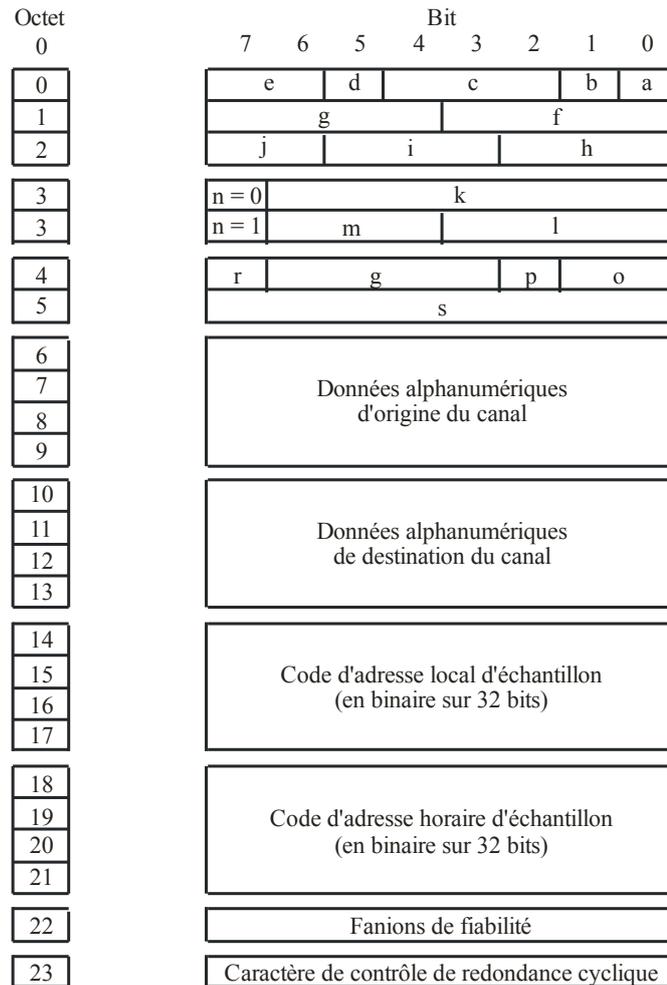
NOTE 1 – Dans la Partie 4, la trame qui commence par le préambule Z contient le premier bit d'un bloc dans les deux canaux. Pour les autres transports, un fanion de «début de bloc» est utilisé pour marquer la première sous-trame d'un bloc, et peut être appliqué à chaque canal de manière indépendante.

3.3 Contenu d'état de canal

L'organisation spécifique est indiquée ci-après. Dans les grandeurs à plusieurs bits figurant dans les tableaux, le bit de plus fort poids est placé à gauche; il est à noter que l'ordre de transmission des bits est donc de droite à gauche.

FIGURE 1

Format des données d'état de canal



Légende:

- | | | | |
|---|--|---|--|
| a | Utilisation du bloc d'état de canal | j | Indication du niveau d'alignement |
| b | Identification MIC linéaire | k | Numéro du canal |
| c | Préaccentuation du signal audio | l | Numéro du canal |
| d | Indication de verrouillage | m | Numéro du mode multicanal |
| e | Fréquence d'échantillonnage | n | Mode multicanal |
| f | Mode de canal | o | Signal de référence audionumérique |
| g | Gestion des bits d'utilisateur | p | Réservé mais non défini |
| h | Utilisation des bits auxiliaires d'échantillon | q | Fréquence d'échantillonnage d'échantillon |
| i | Longueur du mot à la source | r | Fanion d'application d'un facteur multiplicatif à la fréquence d'échantillonnage |
| | | s | Réservé mais non défini |

3.3.1 Octet 0: Paramètres audio de base

Bit	0	Utilisation du bloc d'état de canal
Etat	0	Utilisation grand public du bloc d'état de canal (voir la Note 1)
	1	Utilisation professionnelle du bloc d'état de canal

Bit	1	Identification MIC linéaire
Etat	0	Le mot d'échantillon audio représente des échantillons MIC linéaires
	1	Le mot d'échantillon audio est utilisé à d'autres fins que pour des échantillons MIC linéaires

Bits	4 3 2	Accentuation du signal audio
Etats	0 0 0	Accentuation non indiquée. Le récepteur est par défaut en mode sans accentuation avec forçage manuel possible
	0 0 1	Pas d'accentuation. Le forçage manuel du récepteur est impossible
	0 1 1	Accentuation de 50 μ s + 15 μ s, voir la Recommandation UIT-R BS.450. Le forçage manuel du récepteur est impossible
	1 1 1	Accentuation selon la Recommandation UIT-T J.17 (avec un affaiblissement d'insertion de 6,5 dB à 800 Hz). Le forçage manuel du récepteur est impossible
	Tous les autres états des bits 2 à 4 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis	

Bit	5	Indication de verrouillage
Etat	0	Valeur par défaut. Condition de verrouillage non indiquée
	1	Fréquence d'échantillonnage à la source non verrouillée

Bits	7 6	Fréquence d'échantillonnage
Etats	0 0	Fréquence d'échantillonnage non indiquée. Le récepteur adopte par défaut la fréquence de trame de l'interface et le forçage manuel ou le choix automatique est possible
	1 0	Fréquence d'échantillonnage de 48 kHz. Le forçage manuel ou le choix automatique est impossible
	0 1	Fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. Le forçage manuel ou le choix automatique est impossible
	1 1	Fréquence d'échantillonnage de 32 kHz. Le forçage manuel ou le choix automatique est impossible

NOTE 1 – La signification du bit 0 de l'octet 0 est telle qu'une transmission en provenance d'une interface conforme à la norme CEI 60958-3 pour utilisation grand public peut être identifiée et qu'un récepteur conforme seulement à la norme CEI 60958-3 pour utilisation grand public identifiera correctement une transmission provenant d'une interface pour utilisation professionnelle comme le définit cette norme. Si on connecte un émetteur professionnel à un récepteur grand public ou vice versa, le résultat est imprévisible. Les définitions d'octet suivantes ne s'appliquent donc que lorsque bit 0 = 1 logique (utilisation professionnelle du bloc d'état de canal).

NOTE 2 – Pour indiquer que les mots d'échantillon audio ne sont pas au format MIC linéaire, il faut mettre à 1 le bit de validité pour le canal en question. Voir le § 2.5 de la Partie 2.

NOTE 3 – L'indication de la fréquence d'échantillonnage, ou l'utilisation de l'une des fréquences d'échantillonnage qui peuvent être indiquées dans cet octet, n'est pas obligatoire pour le fonctionnement de l'interface. L'état 00 des bits 6 et 7 peut être utilisé si l'émetteur ne prend pas en charge l'indication de la fréquence d'échantillonnage, la fréquence d'échantillonnage est inconnue, ou la fréquence d'échantillonnage n'est pas l'une de celles qui peuvent être indiquées dans cet octet. Dans le dernier cas, pour certaines fréquences d'échantillonnage, l'octet 4 peut être utilisé pour indiquer la valeur correcte.

NOTE 4 – Lorsque les bits 0 à 3 de l'octet 1 indiquent un mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double, la fréquence d'échantillonnage du signal audio est le double de celle indiquée par les bits 6 et 7 de l'octet 0.

3.3.2 Octet 1: Modes de canal, gestion des bits d'utilisateur

Bits	3 2 1 0	Mode de canal
Etats	0 0 0 0	Mode non indiqué. Le récepteur est par défaut en mode à deux canaux. Le forçage manuel est possible
	1 0 0 0	Mode à deux canaux. Le forçage manuel est impossible
	0 1 0 0	Mode à un seul canal (monophonique). Le forçage manuel est impossible
	1 1 0 0	Mode primaire-secondaire, la sous-trame 1 est primaire. Le forçage manuel est impossible
	0 0 1 0	Mode stéréophonique, le canal 1 est le canal de gauche. Le forçage manuel est impossible
	1 0 1 0	Réservé pour des applications définies par l'utilisateur
	0 1 1 0	Réservé pour des applications définies par l'utilisateur
	1 1 1 0	Mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double. Les sous-frames 1 et 2 acheminent les échantillons successifs du même signal. La fréquence d'échantillonnage du signal est le double de la fréquence de trame, et est le double de la fréquence d'échantillonnage indiquée dans l'octet 0, mais n'est pas le double de la fréquence indiquée dans l'octet 4, si celui-ci est utilisé. Le forçage manuel est impossible. Renvoi vers l'octet 3 pour l'identification des canaux
	0 0 0 1	Mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double – mode stéréo à gauche. Les sous-frames 1 et 2 acheminent les échantillons successifs du même signal. La fréquence d'échantillonnage du signal est le double de la fréquence de trame, et est le double de la fréquence d'échantillonnage indiquée dans l'octet 0, mais n'est pas le double de la fréquence indiquée dans l'octet 4, si celui-ci est utilisé. Le forçage manuel est impossible
	1 0 0 1	Mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double – mode stéréo à droite. Les sous-frames 1 et 2 acheminent les échantillons successifs du même signal. La fréquence d'échantillonnage du signal est le double de la fréquence de trame, et est le double de la fréquence d'échantillonnage indiquée dans l'octet 0, mais n'est pas le double de la fréquence indiquée dans l'octet 4, si celui-ci est utilisé. Le forçage manuel est impossible
	1 1 1 1	Mode multicanal. Renvoi vers l'octet 3 pour l'identification des canaux
		Tous les autres états des bits 0 à 3 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis

Bits	7 6 5 4	Gestion des bits d'utilisateur
Etats	0 0 0 0	Par défaut, aucune information d'utilisateur n'est indiquée
	1 0 0 0	Structure de bloc de 192 bits avec contenu défini par l'utilisateur. Début de bloc aligné sur le début de bloc d'état de canal
	0 1 0 0	Réservé pour la norme AES18
	1 1 0 0	Défini par l'utilisateur
	0 0 1 0	Les données d'utilisateur sont conformes au format général de données d'utilisateur défini dans la norme CEI 60958-3
	1 0 1 0	Structure de bloc de 192 bits telle que spécifiée dans la norme AES52. Début de bloc aligné sur le début de bloc d'état de canal
	0 1 1 0	Réservé pour la norme CEI 62537
	Tous les autres états des bits 4 à 7 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis	

3.3.3 Octet 2: Bits auxiliaires, longueur de mot et niveau d'alignement

Bits	2 1 0	Utilisation des bits auxiliaires
Etats	0 0 0	La longueur maximale de mot d'échantillon audio est de 20 bits (par défaut). L'utilisation des bits auxiliaires n'est pas définie
	1 0 0	La longueur maximale de mot d'échantillon audio est de 24 bits. Les bits auxiliaires sont utilisés pour les principales données d'échantillon audio
	0 1 0	La longueur maximale de mot d'échantillon audio est de 20 bits. Les bits auxiliaires de ce canal servent à acheminer un signal unique de coordination. Voir la Note 1
	1 1 0	Réservé pour des applications définies par l'utilisateur
	Tous les autres états des bits 0 à 2 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis	

Bits	5 4 3	Longueur de mot d'échantillon audio codé du signal émis (voir les Notes 2, 3 et 4)	
		Longueur de mot d'échantillon audio si les bits 0 à 2 ci-dessus indiquent que la longueur maximale est de 24 bits	Longueur de mot d'échantillon audio si les bits 0 à 2 ci-dessus indiquent que la longueur maximale est de 20 bits
Etats	0 0 0	Longueur de mot non indiquée (par défaut)	Longueur de mot non indiquée (par défaut)
	1 0 0	23 bits	19 bits
	0 1 0	22 bits	18 bits
	1 1 0	21 bits	17 bits
	0 0 1	20 bits	16 bits
	1 0 1	24 bits	20 bits
	Tous les autres états des bits 3 à 5 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis		

Bits	7 6	Indication du niveau d'alignement
Etats	0 0	Niveau d'alignement non indiqué
	1 0	Alignement sur SMPTE RP155, le niveau d'alignement est inférieur de 20 dB au code maximal
	0 1	Alignement sur UER R68, le niveau d'alignement est inférieur de 18,06 dB au code maximal
	1 1	Réservé pour une utilisation future

NOTE 1 – L'Appendice A de la Partie 3 décrit le codage du signal dans le canal de coordination.

NOTE 2 – L'état par défaut des bits 3 à 5 indique que l'émetteur n'a pas spécifié le nombre de bits actifs dans la plage de codage à 20 ou 24 bits. Le récepteur doit utiliser par défaut le nombre maximal de bits spécifié par la plage de codage et permettre le forçage manuel ou le choix automatique.

NOTE 3 – Les états autres que l'état par défaut des bits 3 à 5 indiquent le nombre de bits susceptibles d'être actifs dans la plage de codage à 20 ou 24 bits. Il s'agit aussi d'une expression indirecte du nombre de bits de plus faible poids qui sont forcément inactifs, égal à 20 ou 24 moins le nombre correspondant à l'état des bits.

NOTE 4 – Quelle que soit la longueur de mot d'échantillon audio qu'indique un des états des bits 3 à 5, le bit de plus fort poids se trouve dans l'intervalle de temps 27 de la sous-trame émise comme le spécifie le § 2.5 de la Partie 4.

3.3.4 Octet 3: Modes multicanal

Bit	7	Mode multicanal
Etat	0	Mode multicanal non défini (par défaut)
	1	Modes multicanal définis

La définition des états des bits restants dépend de l'état du bit 7.

Soit:

Bits	6 à 0	Numéro du canal, lorsque le bit 7 de l'octet 3 est 0
Valeur	Le numéro du canal est la valeur numérique de l'octet, plus un, le bit 0 étant le bit de plus faible poids	

soit:

Bits	6 5 4	Mode multicanal, lorsque le bit 7 de l'octet 3 est 1
Etats <i>Note:</i> <i>Bit de plus faible poids en premier</i>	0 0 0	Mode multicanal 0. Le numéro du canal est défini par les bits 3 à 0 de cet octet
	0 0 1	Mode multicanal 1. Le numéro du canal est défini par les bits 3 à 0 de cet octet
	0 1 0	Mode multicanal 2. Le numéro du canal est défini par les bits 3 à 0 de cet octet
	0 1 1	Mode multicanal 3. Le numéro du canal est défini par les bits 3 à 0 de cet octet
	1 1 1	Mode multicanal défini par l'utilisateur. Le numéro du canal est défini par les bits 3 à 0 de cet octet
		Tous les autres états des bits 6 à 4 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis

Bits	3 à 0	Numéro du canal, lorsque le bit 7 de l'octet 3 est 1
Valeur	Le numéro du canal est la valeur numérique de ces quatre bits, plus un, le bit 0 étant le bit de plus faible poids	

NOTE 1 – Les modes multicanal définis identifient des correspondances entre les numéros de canal et la fonction. Certaines correspondances peuvent reposer sur des regroupements comportant jusqu'à 32 canaux moyennant la combinaison de deux modes.

NOTE 2 – Dans un souci de compatibilité avec les équipements qui sont sensibles uniquement aux données d'état de canal dans une seule sous-trame, le canal acheminé par la sous-trame 2 peut indiquer le même numéro de canal que le canal 1. Dans ce cas, il est implicite que le deuxième canal a un numéro supérieur de un à celui du canal de la sous-trame 1 sauf en mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double.

3.3.5 Octet 4: Signal de référence audionumérique, information cachée, fréquences d'échantillonnage multiples

Bits	1 0	Signal de référence audionumérique
Etats	0 0	N'est pas un signal de référence (par défaut)
	1 0	Signal de référence de niveau 1
	0 1	Signal de référence de niveau 2
	1 1	Réservé et ne sera utilisé que lorsqu'il aura été défini

Bit	2	Information cachée dans le signal MIC
	0	Pas d'indication (par défaut)
	1	Le mot d'échantillon audio contient des informations complémentaires dans les bits de plus faible poids

Bits	6 5 4 3	Fréquence d'échantillonnage
Etats	0 0 0 0	Non indiquée (par défaut)
	0 0 0 1	24 kHz
	0 0 1 0	96 kHz
	0 0 1 1	192 kHz
	0 1 0 0	384 kHz
	0 1 0 1	Réservé
	0 1 1 0	Réservé
	0 1 1 1	Réservé
	1 0 0 0	Réservé pour le renvoi
	1 0 0 1	22,05 kHz
	1 0 1 0	88,2 kHz
	1 0 1 1	176,4 kHz
	1 1 0 0	352,8 kHz
	1 1 0 1	Réservé
	1 1 1 0	Réservé
	1 1 1 1	Défini par l'utilisateur

Bit	7	Fanion d'application d'un facteur multiplicatif à la fréquence d'échantillonnage
Etat	0	Pas de modulabilité (par défaut)
	1	La fréquence d'échantillonnage est 1/1,001 fois celle indiquée par les bits 3 à 6 de l'octet 4, ou par les bits 6 et 7 de l'octet 0

NOTE 1 – Le bit 2 renvoie à des informations contenues dans le mot d'échantillon audio, et non dans les bits auxiliaires.

NOTE 2 – Lorsque le bit 2 est mis à 1, le traitement du signal audio (par exemple juxtaposition, conversion de fréquence d'échantillonnage et modification du niveau) devrait être évité. Un récepteur peut également utiliser cet état comme une indication qu'il devrait chercher des informations supplémentaires (par exemple son ambiophonique MPEG, voir la norme ISO/CEI 23003 -1) dans les bits de plus faible poids du signal.

NOTE 3 – La fréquence d'échantillonnage indiquée dans l'octet 4 est indépendante du mode de canal indiqué dans l'octet 1.

NOTE 4 – L'indication de la fréquence d'échantillonnage, ou l'utilisation de l'une des fréquences d'échantillonnage qui peuvent être indiquées dans cet octet, n'est pas obligatoire pour le fonctionnement de l'interface. L'état 0000 des bits 3 à 6 peut être utilisé si l'émetteur ne prend pas en charge l'indication de la fréquence d'échantillonnage dans cet octet, la fréquence d'échantillonnage est inconnue, ou la fréquence d'échantillonnage n'est pas l'une de celles qui peuvent être indiquées dans cet octet. Dans le dernier cas, pour certaines fréquences d'échantillonnage, l'octet 0 peut être utilisé pour indiquer la valeur correcte.

NOTE 5 – Les états réservés des bits 3 à 6 de l'octet 4 seront définis ultérieurement, avec le bit 6 mis à 1 pour définir des fréquences liées à 44,1 kHz, sauf pour l'état 1000, et mis à 0 pour définir des fréquences liées à 48 kHz. Ils ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis.

3.3.6 Octet 5: Réserve

Bits	7 à 0	Réserve
Valeur	Mise au 0 logique tant qu'elle n'est pas définie	

3.3.7 Octets 6 à 9: Données alphanumériques d'origine du canal

Bits	7 à 0	Données alphanumériques d'origine du canal
Valeur (chaque octet)	Données à 7 bits sans bit de parité conformes à la norme ISO 646, version internationale de référence (IRV). Les bits de plus faible poids sont transmis en premier avec le 0 logique dans le bit 7 Le premier caractère du message est l'octet 6 Les caractères de commande non imprimés, codes 01 ₁₆ à 1F ₁₆ et 7F ₁₆ , ne sont pas autorisés La valeur par défaut est le 0 logique (code 00 ₁₆)	

NOTE 1 – La norme ISO 646, IRV, est couramment identifiée comme étant le code ASCII à 7 bits.

3.3.8 Octets 10 à 13: Données alphanumériques de destination du canal

Bits	7 à 0	Données alphanumériques de destination du canal
Valeur (chaque octet)		Données à 7 bits sans bit de parité conformes à la norme ISO 646, version internationale de référence (IRV). Les bits de plus faible poids sont transmis en premier avec le 0 logique dans le bit 7 Le premier caractère du message est l'octet 10 Les caractères de commande non imprimés, codes 01 ₁₆ à 1F ₁₆ et 7F ₁₆ , ne sont pas autorisés La valeur par défaut est le 0 logique (code 00 ₁₆)

3.3.9 Octets 14 à 17: Code d'adresse local d'échantillon

Bits	7 à 0	Code d'adresse local d'échantillon
Valeur (chaque octet)		Valeur binaire de 32 bits représentant le premier échantillon du bloc en cours L'octet 14 est l'octet de plus faible poids. La valeur par défaut est le 0 logique

NOTE 1 – Mise à zéro au début de l'enregistrement, par exemple et même fonction qu'un indice de comptage à l'enregistrement.

3.3.10 Octets 18 à 21: Code d'adresse horaire d'échantillon

Bits	7 à 0	Code d'adresse horaire d'échantillon
Valeur (chaque octet)		Valeur binaire de 32 bits représentant le premier échantillon du bloc en cours L'octet 18 est l'octet de plus faible poids. La valeur par défaut est le 0 logique

NOTE 1 – Ce code représente la référence horaire fixée lors du codage à la source du signal et celle-ci reste inchangée pendant les opérations ultérieures. Un code binaire d'adresse d'échantillon formé de zéros seulement correspond à minuit (soit 00 h, 00 min, 00 s, 00 trame) en vue de la conversion vers le temps réel ou vers des codes temporels en particulier. Pour la conversion d'un nombre binaire en un code temporel ordinaire, il faut connaître avec précision la fréquence d'échantillonnage afin de savoir l'instant exact de l'échantillon.

3.3.11 Octet 22: Réservé

Bits	7 à 0	Réservé
		Les bits de cet octet sont réservés et mis au 0 logique tant qu'ils ne sont pas définis

NOTE 1 – L'octet 22 a été spécifié auparavant pour acheminer un ensemble de fanions de fiabilité. Cette utilisation est obsolète et cet octet est désormais réservé.

3.3.12 Octet 23: Caractère CRCC des données d'état de canal

Bits	7 à 0	Caractère de contrôle de redondance cyclique des données d'état de canal
Valeur		Le polynôme générateur est $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ L'information qu'achemine le caractère de contrôle de redondance cyclique (CRCC) sert à vérifier la validité de la totalité du bloc de données d'état de canal reçu (octets 0 à 22 inclus). Pour la mise en œuvre série, la condition initiale dans laquelle tous les bits sont à 1 devrait être utilisée pour produire les bits de contrôle, le bit de plus faible poids étant transmis en premier. Il n'y a pas de valeur par défaut; ce champ doit toujours être codé avec un caractère CRCC correct. Voir le § 3.5.2 et l'Appendice B de la Partie 3

3.4 Etat de canal lorsque le fanion des signaux autres que audio MIC est à 1

Lorsque les bits 0 et 1 de l'octet 0 sont tous les deux mis au 1 logique, les bits suivants de l'état de canal peuvent être mis en œuvre comme pour les signaux audio MIC linéaires – autrement dit, leur interprétation peut être indépendante de l'état du bit 1 de l'octet 0. Les bits d'état énumérés dans le Tableau 1 ne doivent être utilisés pour aucune autre fin dans l'attente d'une nouvelle normalisation.

TABLEAU 1

Signaux autres que audio MIC, bits d'état protégés

Octet	Bit	Fonction
0	5	Indication de verrouillage
0	6 et 7	Fréquence d'échantillonnage
1	4 à 7	Gestion des bits d'utilisateur
2	0 à 2	Utilisation des bits auxiliaires
3	0 à 7	Indications de mode multicanal
4	3 à 7	Multiplicateurs de la fréquence d'échantillonnage et fanion d'application d'un facteur multiplicatif
23	0 à 7	Caractère CRCC des données d'état de canal

3.5 Mise en œuvre du format d'interface

3.5.1 Niveaux de mise en œuvre

3.5.1.1 Généralités

Les deux mises en œuvre suivantes sont définies: normale et améliorée. Ces termes servent à communiquer de manière simple le niveau de mise en œuvre de l'émetteur d'interface prenant en charge les nombreuses caractéristiques de l'état de canal. Quel que soit le niveau de mise en œuvre, tous les états réservés de bits définis au § 3.3 restent inchangés.

3.5.1.2 Niveau normal

La mise en œuvre normale correspond à un niveau fondamental de mise en œuvre qui devrait suffire aux applications audio ou de radiodiffusion professionnelles. Dans la mise en œuvre normale, les émetteurs doivent coder et transmettre correctement tous les bits d'état de canal des octets 0, 1, 2 et 23 (CRCC) de la manière spécifiée dans le présent texte.

3.5.1.3 Niveau amélioré

La mise en œuvre améliorée doit non seulement être conforme aux spécifications décrites au § 3.5.1.2 pour la mise en œuvre normale mais offrir en outre des capacités supplémentaires.

3.5.2 Fonctionnement requis de l'émetteur

Les émetteurs doivent coder l'état de canal en suivant toutes les règles de formatage et de codage de canal applicables à l'un des deux niveaux de mise en œuvre spécifiés. Tous les émetteurs doivent coder et transmettre correctement l'état de canal avec la juxtaposition correcte par rapport au préambule Z ou au début de bloc (voir la Partie 4).

3.5.3 Fonctionnement requis du récepteur

Les récepteurs doivent décoder l'état de canal comme demandé par l'application. Ils doivent interpréter les erreurs de CRCC comme imposant le rejet du bloc d'état de canal contenant l'erreur. Ils ne doivent pas interpréter les éventuelles erreurs dans un bloc d'état de canal telles que les erreurs de CRCC ou de longueur de bloc comme un motif pour couper ou modifier le contenu audio.

NOTE 1 – Le caractère CRCC dans l'octet 23 a pour objet d'indiquer une corruption du bloc d'état de canal liée à une commutation ou à un montage (par exemple). Il faut prendre dûment en considération les conséquences de toute action sur les équipements en aval et le système associé en général.

3.6 Documentation sur le format d'interface

Il faut disposer d'une documentation qui indique les caractéristiques de l'état de canal en fonction des émetteurs et des récepteurs de l'interface.

NOTE 1 – Afin de permettre l'exploitation compatible d'équipements répondant à la présente spécification, il faut savoir quels bits d'information et d'exploitation il y a lieu de coder, d'envoyer au moyen de l'émetteur et de décoder dans le récepteur de l'interface.

4 Bits auxiliaires

4.1 Disponibilité des bits auxiliaires

Les quatre bits de plus faible poids du mot d'échantillon audio de 24 bits peuvent servir de bits auxiliaires lorsque la longueur du mot ne dépasse pas 20 bits.

4.2 Disponibilité des bits auxiliaires

Lorsque ces bits sont utilisés pour une finalité précise, l'émetteur doit indiquer cette utilisation en codant les bits 0, 1 et 2 de l'octet 2 de l'état de canal (voir le § 3.3.3).

NOTE 1 – Une utilisation type consiste à ajouter des canaux audio de largeur de bande et de résolution limitées en vue d'une coordination. Elle est décrite dans l'Appendice A de la Partie 3.

Appendice B de la Partie 3

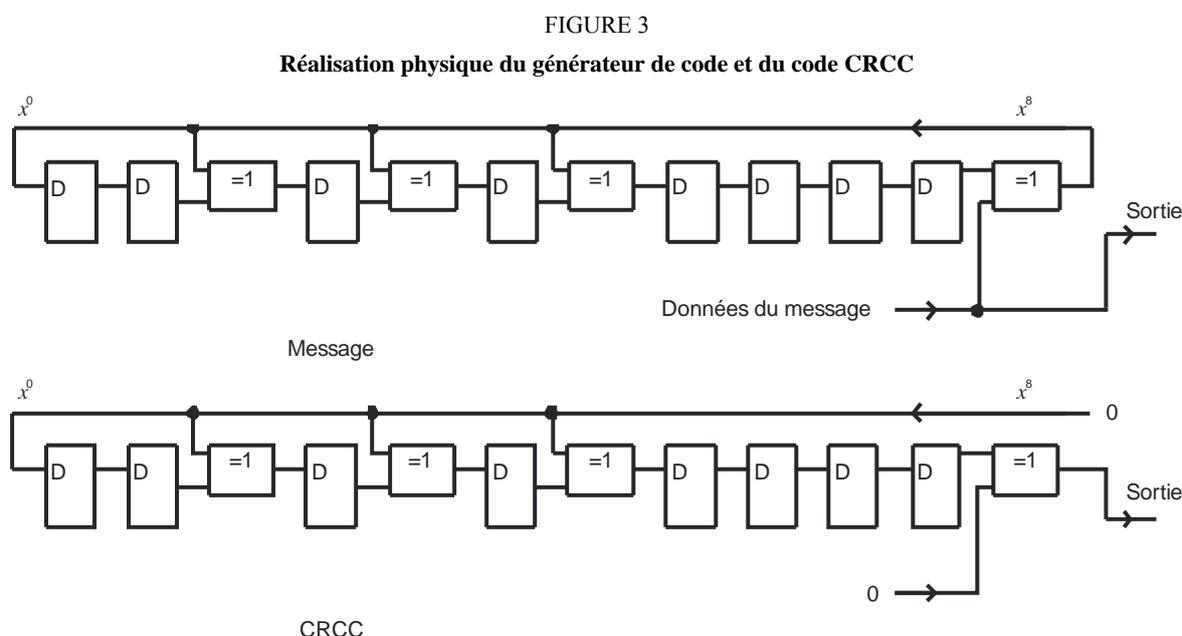
(donné à titre d'information)

Génération du code CRCC (octet 23) de l'état de canal

La structure du bloc d'état de canal qui comprend 192 bits inclut un code de contrôle de redondance cyclique (CRCC) qui occupe les 8 derniers bits du bloc (octet 23). La spécification du code est donnée par le polynôme générateur:

$$G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

La Fig. 3 présente un exemple de réalisation physique sous forme série. Initialement, tous les étages sont au 1 logique.



BS.647-03

Deux exemples de données d'état de canal et de code CRCC correspondant sont présentés ci-après.

Exemple 1:

Octet	Bits mis au 1 logique
0	0 2 3 4 5
1	1
4	1

Dans les octets d'état de canal 0 à 22 inclus, tous les autres bits sont mis au 0 logique.

Octet 23	Caractère de contrôle de redondance cyclique des données d'état de canal							
Bits	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>Bits d'état de canal</i>	184	185	186	187	188	189	190	191
Valeur	1	1	0	1	1	0	0	1

Exemple 2:

Octet	Bits mis au 1 logique
0	0

Dans les octets d'état de canal 0 à 22 inclus, tous les autres bits sont mis au 0 logique.

Octet 23	Caractère de contrôle de redondance cyclique des données d'état de canal							
Bits	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>Bits d'état de canal</i>	184	185	186	187	188	189	190	191
Valeur	0	1	0	0	1	1	0	0

Comme on le voit sur les exemples ci-dessus, on ne suppose aucun niveau de mise en œuvre particulier.

Partie 4

Transport

1 Introduction

Cette Partie 4 définit le format de transport à l'interface audionumérique.

2 Sous-trame

2.1 Intervalles de temps de sous-trame

Chaque sous-trame est subdivisée en 32 intervalles de temps, numérotés de 0 à 31. Voir la Fig. 4. L'intervalle de temps 0 est transmis en premier. Chaque intervalle de temps est constitué de 2 UI.

2.2 Préambules

Les intervalles de temps 0 à 3 (préambules) contiennent l'un des trois préambules autorisés désignés par X, Y et Z. Voir les § 5 et 6 et la Fig. 7.

2.3 Contenu de données audio

Les intervalles de temps 4 à 27 contiennent le mot d'échantillon audio, ou d'autres données comme des signaux audio compressés, ou une combinaison de signaux audio et d'autres données (voir la Partie 2 et le § 4 de la Partie 3).

2.4 Orientation du mot d'échantillon

Le bit de plus faible poids de l'échantillon est acheminé en premier.

2.5 Position du bit de plus fort poids

Le bit de plus fort poids (bit de signe) est acheminé dans l'intervalle de temps 27. Si la source délivre un nombre de bits inférieur à celui qu'autorise l'interface (24 ou 20), les bits de plus faible poids inutilisés sont mis au 0 logique et les bits actifs sont justifiés du côté du bit de plus fort poids de la longueur disponible du mot.

Lorsqu'on utilise une plage de codage de 24 bits, le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle de temps 4.

Lorsqu'une plage de codage de 20 bits suffit, le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle de temps 8. Les intervalles de temps 4 à 7 peuvent être utilisés pour d'autres applications. En pareils cas, les bits placés dans les intervalles de temps 4 à 7 sont appelés bits auxiliaires d'échantillon (voir la Partie 3).

2.6 Bit de validité

L'intervalle de temps 28 achemine le bit de validité associé au mot d'échantillon audio transmis dans la même sous-trame (voir la Partie 2).

2.7 Bit de données d'utilisateur

L'intervalle de temps 29 achemine un bit du canal de données d'utilisateur associé au canal audio transmis dans la même sous-trame (voir la Partie 3).

2.8 Bit d'état de canal

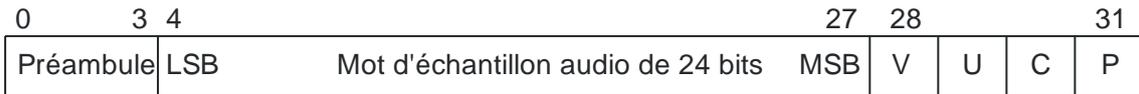
L'intervalle de temps 30 (bit d'état de canal) achemine un bit de l'information d'état de canal associée au canal audio transmis dans la même sous-trame (voir la Partie 3).

2.9 Bit de parité

L'intervalle de temps 31 achemine un bit de parité paire, de sorte que les intervalles de temps 4 à 31 inclus acheminent un nombre pair de uns et un nombre pair de zéros.

FIGURE 4

Format de la sous-trame



a)

V Bit de validité
 U Bit de données d'utilisateur
 C Bit d'état du canal
 P Bit de parité
 AUX Bits auxiliaires d'échantillon



b)

BS.647-04

3 Trame

Une trame est constituée de deux sous-trames (voir la Fig. 5). Sauf spécification contraire, la fréquence de transmission des trames correspond exactement à la fréquence d'échantillonnage de la source et, dans le cas de signaux stéréophoniques, les deux sous-trames d'une trame acheminent des échantillons pris au même instant.

Exemples de mode:

Mode à deux canaux: Le canal 1 est transmis dans la sous-trame 1 et le canal 2 dans la sous-trame 2.

Mode stéréophonique: L'interface sert à transmettre un signal audio stéréophonique pour lequel, en principe, les deux canaux ont été échantillonnés simultanément. Le canal de gauche ou A est transmis dans la sous-trame 1 et le canal de droite ou B dans la sous-trame 2.

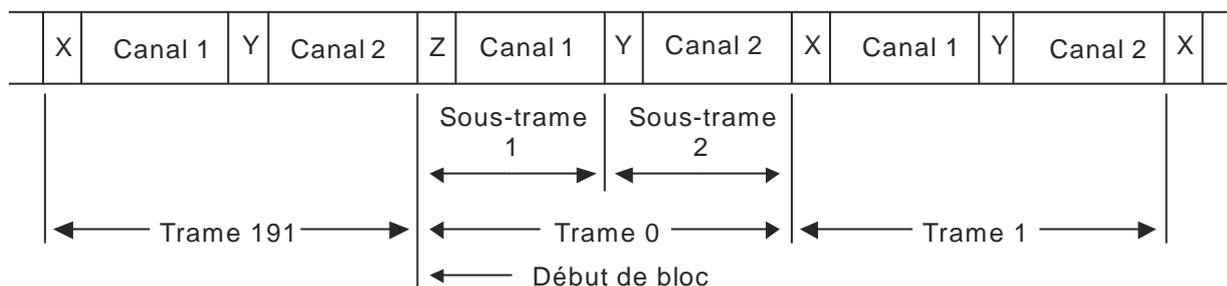
Mode à un seul canal (monophonique): Le débit binaire transmis reste le débit normal pour deux canaux et le mot d'échantillon audio est placé dans la sous-trame 1. Les intervalles de temps 4 à 31 de la sous-trame 2 acheminent des bits identiques à ceux de la sous-trame 1 ou sont mis au 0 logique. Le récepteur se met normalement par défaut sur le canal 1, sauf forçage manuel.

Mode primaire-secondaire: Dans certaines applications où l'on a besoin de deux canaux, l'un étant le canal principal ou primaire et l'autre un canal secondaire, le canal primaire est transmis dans la sous-trame 1 et le canal secondaire dans la sous-trame 2.

Mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double: La fréquence de trame est la moitié de la fréquence d'échantillonnage audio. Le canal 2 de chaque trame achemine l'échantillon qui suit immédiatement l'échantillon du canal 1 de la même trame.

NOTE 1 – Les modes de transmission sont indiqués au moyen des bits 0 à 3 de l'octet 1 d'état de canal (voir la Partie 3).

FIGURE 5
Format de la trame



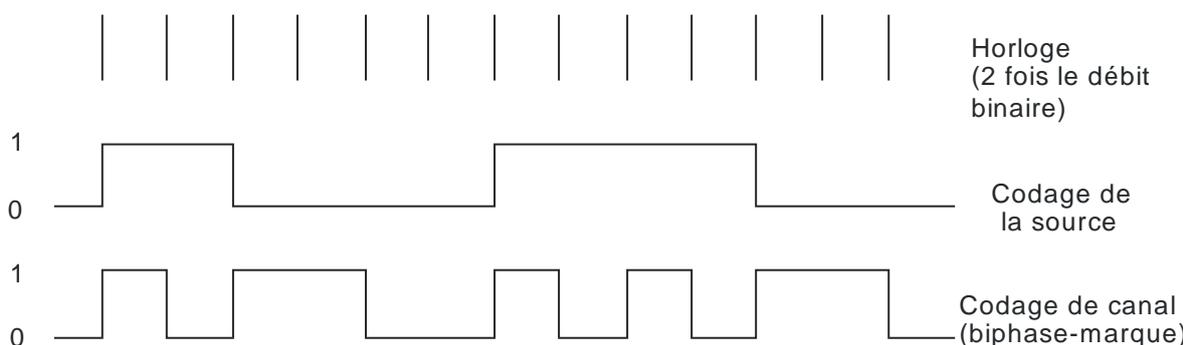
BS.647-05

4 Codage de canal (codage de ligne)

Les intervalles de temps 4 à 31 sont codés en biphasé-marque.

Chaque bit à transmettre est représenté par un symbole constitué de deux états binaires consécutifs. Le premier état d'un symbole est toujours différent du second état du symbole précédent. Le second état du symbole est identique au premier si le bit à transmettre est le 0 logique et il est différent si le bit est le 1 logique. Voir la Fig. 6. Chaque état occupe un intervalle unitaire (UI).

FIGURE 6
Codage de canal



BS.647-06

NOTE 1 – Le codage en biphasé-marque permet de minimaliser la composante continue sur la ligne de transmission, de faciliter la récupération d'horloge à partir du train de données et de rendre l'interface insensible à la polarité des connexions.

5 Préambules

5.1 Intervalles de temps des préambules

Les intervalles de temps 0 à 3 contiennent le codage des préambules.

5.2 Préambule de la première sous-trame

La première sous-trame de chaque trame commence par un préambule de type X, sauf pour celle située au début d'un bloc de 192 trames, qui achemine un préambule de type Z. Celui-ci définit la structure de bloc utilisée pour organiser les informations d'état de canal.

5.3 Préambule de la deuxième sous-trame

La deuxième sous-trame commence toujours par un préambule de type Y.

NOTE 1 – Les préambules sont des motifs particuliers assurant la synchronisation et l'identification des sous-trames et des blocs. Afin d'assurer la synchronisation dans une période d'échantillonnage et de rendre cette procédure parfaitement sûre, les préambules violent les règles de codage biphase-marque. On évite ainsi que des données imitent des préambules. Les préambules ont comme propriété explicite de présenter une parité paire.

5.4 Codes des préambules

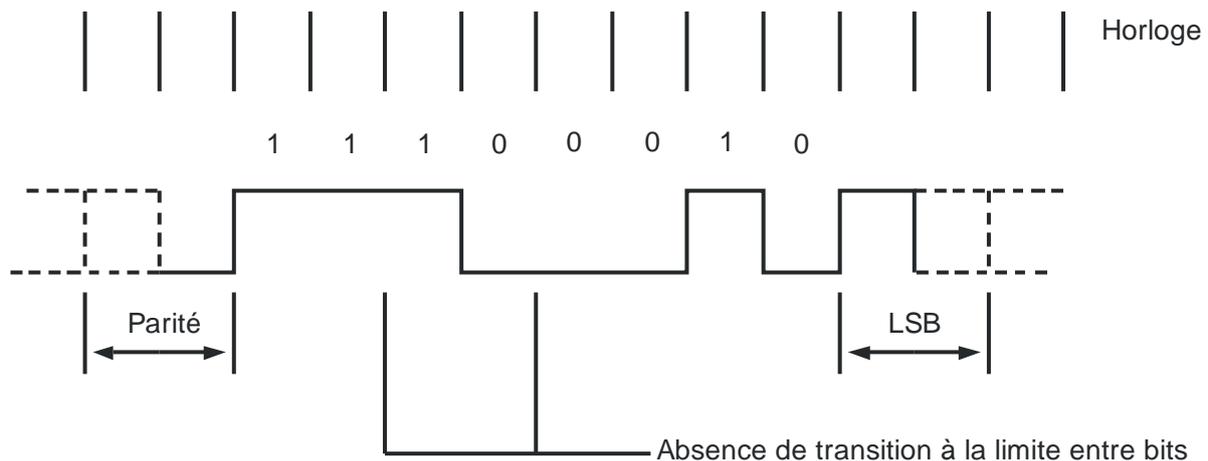
Les trois types de préambule, indiqués dans le Tableau 2, sont représentés par huit états successifs, occupant quatre intervalles de temps. La Fig. 7 représente le préambule X.

TABLEAU 2
Codes des préambules

Etat précédent	Codage de canal		
	0	1	
Préambule			
X	11100010	00011101	Sous-trame 1
Y	11100100	00011011	Sous-trame 2
Z	11101000	00010111	Sous-trame 1 et début de bloc

FIGURE 7

Préambule X (11100010)



BS.647-07

NOTE 1 – Le premier état du préambule est toujours différent du second état du symbole précédent, représentant le bit de parité.

NOTE 2 – Ces préambules ne comportent pas de composante continue et permettent une récupération de l'horloge comme avec le code biphase. Ils diffèrent par au moins deux états de toute séquence biphase valable.

NOTE 3 – L'état est toujours inversé à chaque intervalle de temps et à chaque bit «un» de données. Une sous-trame contient un nombre pair d'intervalles de temps et, compte tenu du bit de parité paire dans

l'intervalle de temps 31 (voir le § 2.9), le nombre de bits «un» est pair, de sorte que le nombre total d'inversions dans n'importe quelle sous-trame est pair. Par conséquent, tous les préambules commencent par le même état. Dans ces conditions, un seul de ces ensembles de préambules sera, dans la pratique, transmis via l'interface. Les deux ensembles doivent toutefois être décodables afin de préserver l'immunité aux changements de polarité.

6 Bloc

Une séquence de 192 trames est appelée un bloc. La première trame de cette séquence contient un préambule de type Z en lieu et place du préambule de type X. Les sous-trames constituant cette trame contiennent le premier bit du premier octet du code d'état de canal décrit dans la Partie 3.

Partie 5

Paramètres physiques et électriques

1 Introduction

Cette Partie 5 spécifie les paramètres physiques et électriques pour différents supports.

Le format de transport défini dans la Partie 4 est destiné à être utilisé avec un câble de paires torsadées blindées de conception classique sur des distances allant jusqu'à 100 m sans égalisation avant transmission ou égalisation particulière dans le récepteur et à des fréquences de trame allant jusqu'à 50 kHz. Il est possible d'utiliser un câble plus long et une fréquence de trame plus élevée, mais il faut alors choisir le câble avec soin et éventuellement recourir à une égalisation dans le récepteur ou utiliser des répéteurs actifs, ou les deux. La présente Recommandation énonce des dispositions permettant d'adapter les terminaux symétriques pour utiliser un câble coaxial de 75 Ω , et la transmission par câble à fibres optiques est à l'examen.

2 Caractéristiques communes

Toutes les interfaces doivent respecter les spécifications communes relatives à la gigue indiquées au § 3. Les autres paramètres dépendent du type de transmission spécifié.

L'interface devrait utiliser le format de transmission symétrique spécifié dans l'Appendice B de la Partie 5. Elle peut utiliser l'un des autres formats de transmission spécifiés dans les appendices suivants de la Partie 5.

3 Gigue

3.1 Gigue à l'interface de sortie

3.1.1 Généralités

La gigue à la sortie d'un dispositif doit être mesurée comme étant la somme de la gigue intrinsèque au dispositif et de la gigue transmise par le biais de la référence de rythme du dispositif.

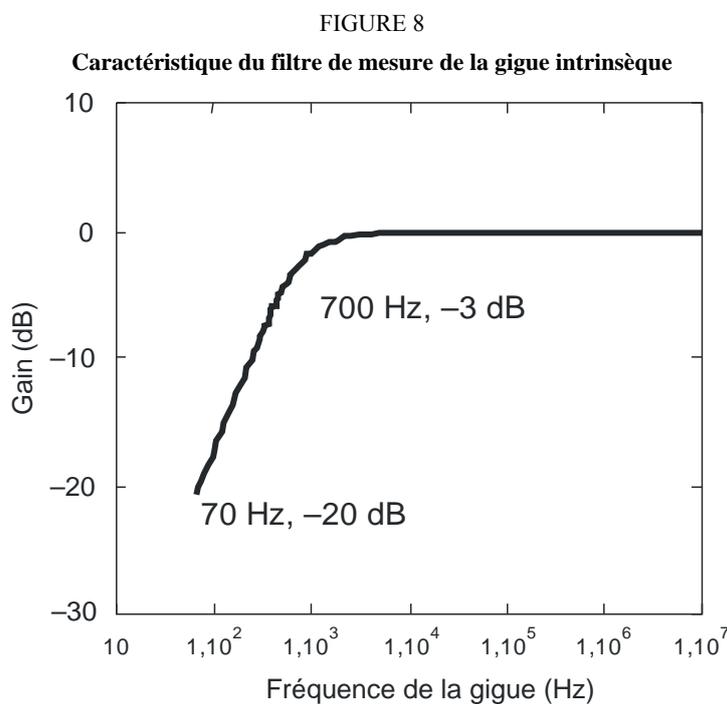
3.1.2 Gigue intrinsèque

La valeur de crête de la gigue intrinsèque à l'interface de sortie, mesurée pour tous les franchissements du zéro, doit être inférieure à 0,025 UI lorsqu'elle est mesurée à l'aide du filtre de mesure de la gigue intrinsèque.

NOTE 1 – Cette gigue peut être fortement asymétrique et l'écart par rapport au rythme idéal devrait respecter la spécification dans chaque sens.

NOTE 2 – Cette spécification s'applique à la fois lorsque l'équipement est verrouillé sur une référence de rythme exempte de gigue, qui peut être un signal audionumérique modulé, et lorsque l'équipement n'est pas asservi.

NOTE 3 – La caractéristique du filtre de mesure de la gigue intrinsèque est illustrée sur la Fig. 8. Il s'agit d'un filtre passe-haut à phase minimale avec un affaiblissement de 3 dB à 700 Hz, une décroissance du premier ordre jusqu'à 70 Hz et un gain unitaire dans la bande passante.



BS.647-08

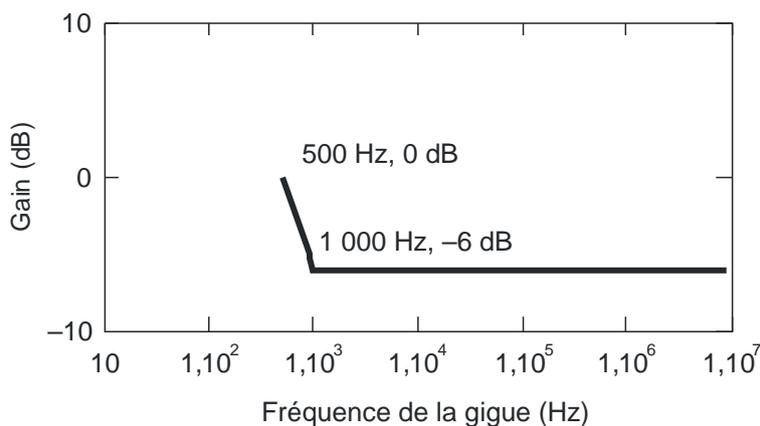
3.1.3 Gain de gigue

Le gain de gigue sinusoïdale causé par n'importe quelle référence de rythme d'entrée au signal de sortie doit être inférieur à 2 dB à toutes les fréquences.

NOTE 1 – Si un affaiblissement de la gigue est assuré et que le gain de gigue sinusoïdale qui en résulte est inférieur au gabarit de la fonction de transfert de gigue représenté sur la Fig. 9, il convient d'indiquer, dans la spécification de l'équipement, que l'équipement respecte la spécification de l'affaiblissement de gigue. Le gabarit n'impose aucune limite additionnelle au gain de gigue à basse fréquence. La limite commence à la fréquence de gigue d'entrée de 500 Hz, à laquelle elle est de 0 dB, et tombe à -6 dB pour une fréquence égale ou supérieure à 1 kHz.

FIGURE 9

Gabarit de la fonction de transfert de gigue



BS.647-09

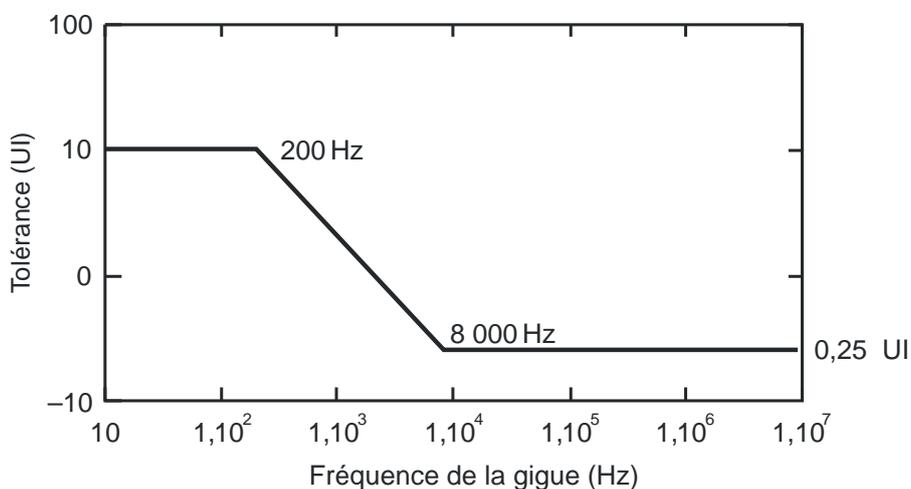
3.2 Tolérance de gigue du récepteur

Un récepteur de données d'interface devrait décoder correctement un flux de données entrant qui comporte une gigue sinusoïdale respectant le gabarit de tolérance de gigue représenté sur la Fig. 10.

NOTE 1 – Selon ce gabarit, la tolérance de gigue est de 0,25 UI de crête à crête aux fréquences élevées et augmente de manière inversement proportionnelle à la fréquence au-dessous de 8 kHz pour atteindre un palier de 10 UI de crête à crête au-dessous de 200 Hz.

FIGURE 10

Gabarit de tolérance de gigue



BS.647-10

Appendice A de la Partie 5

(donné à titre d'information)

Fréquences de symbole et UI

La qualité de fonctionnement requise de l'interface est déterminée par la fréquence de trame, qui est elle-même déterminée par la fréquence d'échantillonnage audio. Un ensemble de fréquences d'échantillonnage basées sur une fréquence de base de 48 kHz avec possibilité d'utiliser 44,1 kHz ou 32 kHz est recommandé. Ces fréquences de base peuvent être multipliées par certains facteurs pour obtenir des fréquences d'échantillonnage supérieures ou inférieures.

Les tableaux qui suivent donnent respectivement la fréquence de symbole à l'interface et l'UI, pour différents multiples des fréquences d'échantillonnage.

TABLEAU 3

Fréquence de symbole (MHz) en fonction de la fréquence d'échantillonnage

Multiple	Fréquence d'échantillonnage (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	1,024	1,411 2	1,536
0,5	2,048	2,822 4	3,072
1	4,096	5,644 8	6,144
2	8,192	11,289 6	12,288
4	16,384	22,579 2	24,576
8	32,768	45,158 4	49,152

TABLEAU 4

UI (ns) en fonction de la fréquence d'échantillonnage

Multiple	Fréquence d'échantillonnage (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	976,56	708,62	651,04
0,5	488,28	354,31	325,52
1	244,14	177,15	162,76
2	122,07	88,58	81,38
4	61,04	44,29	40,69
8	30,52	22,14	20,35

NOTE 1 – Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, plus la limite de gigue sera faible. Par exemple: pour une fréquence d'échantillonnage de $8 * 48$ kHz (384 kHz), la limite de gigue intrinsèque sera de $0,025 * 20,35$ ns, soit 0,51 ns (voir le § 3.1.2).

Appendice B de la Partie 5

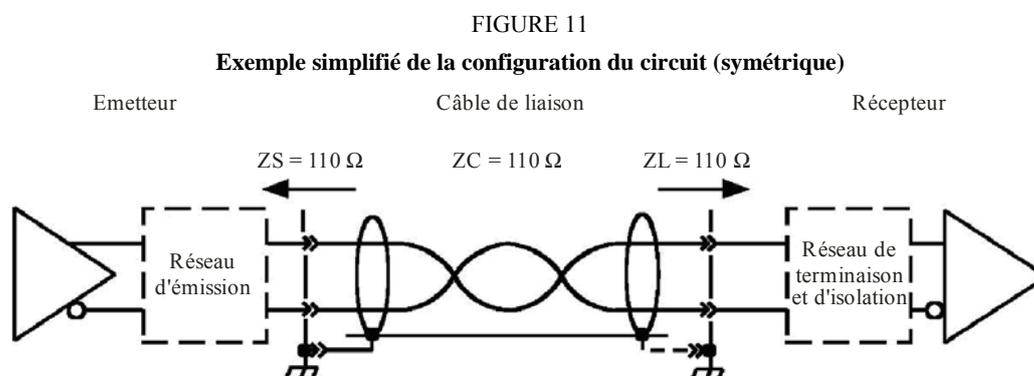
(donné à titre d'information)

Transmission symétrique

1 Caractéristiques générales

1.1 Configuration

Un circuit conforme à la configuration générale représentée sur la Fig. 11 peut être utilisé.



BS.647-11

NOTE 1 – Les paramètres électriques de l'interface sont basés sur ceux définis dans la Recommandation UIT-T V.11 qui permettent de transmettre des signaux numériques symétriques en tension sur des câbles de quelques centaines de mètres.

1.2 Egalisation

Une égalisation peut être utilisée dans le récepteur.

Il ne doit pas y avoir d'égalisation avant la transmission.

La gamme de fréquences utilisée pour définir les paramètres électriques d'interface dépend du débit de données maximal pris en charge. La fréquence supérieure est égale à 128 fois la fréquence de trame maximale (environ 6 MHz pour 48 kHz).

1.3 Câble

Le câble de liaison doit être symétrique et avoir une impédance caractéristique nominale de 110 Ω aux fréquences comprises entre 100 kHz et 128 fois la fréquence de trame maximale.

Le câble doit être de l'un des types suivants:

- câble blindé;
- câblage structuré à paire torsadée non blindée (UTP) (catégorie 5 ou supérieure, voir la norme ISO/CEI 11801) (voir la Note 5);
- câblage structuré à paire torsadée blindée (STP) (voir la norme ISO/CEI 11801).

Le même type de câble doit être utilisé dans l'ensemble d'une connexion d'interface, y compris les fils de connexion.

NOTE 1 – L'imposition de tolérances plus strictes pour l'impédance caractéristique du câble, et pour les impédances d'émission et de terminaison, permet d'assurer une transmission fiable et de prendre en charge des débits plus élevés sur des câbles plus longs.

NOTE 2 – Des tolérances de symétrie plus strictes pour l'impédance d'émission, pour l'impédance de terminaison, et pour le câble proprement dit, permettent de réduire à la fois la sensibilité aux rayonnements électromagnétiques et les rayonnements électromagnétiques.

NOTE 3 – L'utilisation d'un câble présentant un affaiblissement moindre aux fréquences élevées permet d'améliorer la fiabilité de transmission sur des distances plus grandes et avec des débits plus élevés.

NOTE 4 – Lors de la conception de l'interface, il faut veiller à assurer une symétrie adéquate sur la paire torsadée d'un câble de catégorie 5. Lorsqu'on utilise des connecteurs RJ45, câblés de façon classique, il est recommandé, selon la pratique actuelle, d'utiliser les broches 4 et 5 pour les signaux définis dans la Recommandation UIT-R BS.647 (afin de les séparer des signaux ATM présents sur le même câble, par exemple). Il est recommandé d'utiliser les broches 3 et 6 pour la deuxième paire. Pour une protection complète, il se peut que l'interface doive résister aux tensions spécifiées pour la prise en charge d'équipements de réseau, et il est fortement recommandé d'utiliser des transformateurs et des condensateurs de blocage à l'interface.

NOTE 5 – Il a été montré que le câble UTP offre une transmission jusqu'à 400 m sans égalisation, ou 800 m avec égalisation, pour une fréquence de trame de 48 kHz.

2 Caractéristiques de l'émetteur

2.1 Impédance de sortie

La sortie de l'émetteur doit être symétrique et présenter une impédance interne de 110 Ω avec une tolérance de 20% aux fréquences comprises entre 0,1 MHz et 128 fois la fréquence de trame maximale, la mesure étant faite aux bornes de sortie.

2.2 Amplitude du signal

L'amplitude du signal doit être comprise entre 2 V et 7 V de crête à crête, mesurée à travers une résistance de 110 Ω connectée aux bornes de sortie sans câble de liaison.

NOTE 1 – 4 V est une valeur type.

2.3 Equilibrage

Aux bornes de sortie et aux fréquences comprises entre 0 (continu) et 128 fois la fréquence de trame maximale, le niveau de toute composante en mode commun doit être inférieur d'au moins 30 dB à celui du signal en cas de terminaison sur une charge flottante de 110 Ω .

2.4 Temps de montée et de descente

Les temps de montée et de descente, déterminés entre les points d'amplitude à 10% et à 90% et mesurés à travers une résistance de 110 Ω connectée aux bornes de sortie sans câble de liaison, doivent être compris entre 0,03 UI et 0,18 UI.

NOTE 1 – Les temps de montée et de descente minimaux et maximaux pour une fréquence de trame de 48 kHz sont respectivement de 5 ns et de 30 ns.

NOTE 2 – Un fonctionnement vers la limite inférieure de 5 ns peut améliorer le diagramme de l'œil du signal reçu, mais peut augmenter les rayonnements électromagnétiques au niveau de l'émetteur. Il faut veiller à respecter la réglementation locale concernant la compatibilité électromagnétique.

3 Caractéristiques du récepteur

3.1 Impédance de terminaison

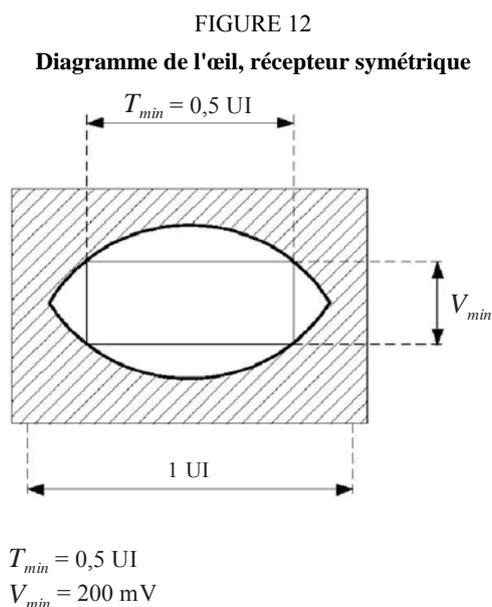
Le récepteur doit présenter au câble de liaison une impédance essentiellement résistive de 110Ω avec une tolérance de 20% aux fréquences comprises entre 0,1 MHz et 128 fois la fréquence de trame maximale, la mesure étant faite aux bornes d'entrée. Si on associe plus d'un récepteur à n'importe quelle ligne, il peut en résulter des erreurs de transmission dues à la désadaptation d'impédance.

3.2 Niveau maximal des signaux d'entrée

Le récepteur doit interpréter correctement les données lorsqu'il est connecté directement à un émetteur fonctionnant dans les limites de tension définies au § 2.2.

3.3 Niveau minimal des signaux d'entrée

Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'un signal d'entrée aléatoire produit le diagramme de l'œil de la Fig. 12, caractérisé par une valeur V_{min} de 200 mV et une valeur T_{min} de 0,5 UI.



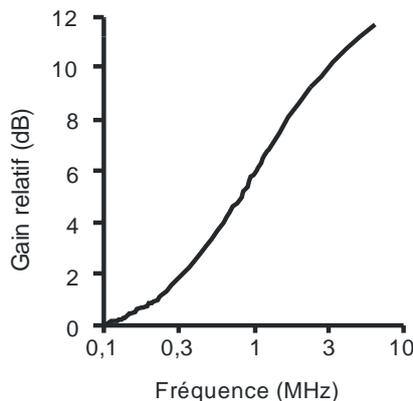
BS.647-12

3.4 Egalisation dans le récepteur

Une égalisation peut être appliquée dans le récepteur, afin de permettre l'utilisation d'un câble de liaison d'une longueur supérieure à 100 m. Une caractéristique d'égalisation en fréquence proposée pour un fonctionnement à une fréquence de trame de 48 kHz est représentée à la Fig. 13. Le récepteur doit respecter les spécifications énoncées aux § 3.2 et 3.3.

FIGURE 13

Proposition de caractéristique d'égalisation dans un récepteur pour une fréquence de trame de 48 kHz



BS.647-13

3.5 Réjection en mode commun

Aux fréquences comprises entre 0 (continu) et 20 kHz, la présence d'un signal en mode commun dont la valeur crête est inférieure à 7 V ne doit pas provoquer d'erreurs sur les données.

4 Connecteur

4.1 Connecteur XLR

Le connecteur normalisé pour les entrées et les sorties doit être le connecteur de type circulaire à trois broches et à verrouillage décrit dans la norme CEI 60268-12.

NOTE 1 – Ce type de connecteur est généralement appelé connecteur XLR, ou XLR-3.

Un connecteur de sortie fixé sur un appareil doit avoir des contacts mâles et une coquille femelle. Le connecteur de câble correspondant aura donc des contacts femelles et une coquille mâle.

Un connecteur d'entrée fixé sur un appareil doit avoir des contacts femelles et une coquille mâle. Le connecteur de câble correspondant aura donc des contacts mâles et une coquille femelle. L'affectation des broches doit être la suivante:

Broche 1: Blindage du câble ou masse

Broche 2: Signal

Broche 3: Signal

NOTE 2 – Compte tenu du codage de canal, la polarité relative des broches 2 et 3 est sans importance. Voir le § 4 de la Partie 4. Il est toutefois recommandé que la polarité relative soit préservée pour ces trajets de signal.

4.2 Connecteur modulaire à 8 contacts

En cas d'utilisation du câblage structuré de catégorie 5, le connecteur modulaire à 8 contacts spécifié dans la norme CEI 60603-7 (parfois appelé «RJ45») est nécessaire. Tandis que l'interface est par définition insensible à la polarité, pour la construction des adaptateurs, la broche 2 du connecteur XLR devrait être connectée à la broche 5 du connecteur RJ45 (ou à une autre broche à numéro impair), la broche 3 du connecteur XLR devrait être connectée à la broche 4 du connecteur RJ45 (ou à une autre broche à numéro pair), pour l'utilisation de l'une des quatre paires torsadées.

Les fabricants de matériel devront identifier clairement les entrées et les sorties audionumériques par les expressions entrée audionumérique ou sortie audionumérique, selon le cas.

Lorsque l'espace est limité et que les fonctions des connecteurs risquent d'être confondues avec celles d'un connecteur analogique, on doit utiliser les abréviations DI et DO pour indiquer respectivement des entrées et des sorties audionumériques (en anglais, «Digital Input» et «Digital Output»).

Appendice C de la Partie 5

(normative)

Transmission par câble coaxial

Les paramètres définis ici s'appliquent aux circuits pour lesquels des équipements symétriques sont adaptés à un câble coaxial. D'autres normes définissent des valeurs plus strictes lorsque des équipements vidéo classiques sont utilisés pour la Recommandation UIT-R BS.647 ou des valeurs moins strictes lorsque des équipements grand public sont raccordés sur des distances courtes au moyen d'un câble audio blindé (CEI 60958-3).

1 Caractéristiques de l'émetteur

1.1 Généralités

Aucune égalisation n'est permise avant la transmission.

NOTE 1 – La spécification relative à l'émetteur (également appelé générateur) est complètement différente de la spécification électrique de symétrie de la Recommandation UIT-R BS.647; elle est fondée sur une transmission dissymétrique par câble coaxial conformément à la pratique couramment utilisée dans le domaine de la vidéo professionnelle.

1.2 Impédance de sortie

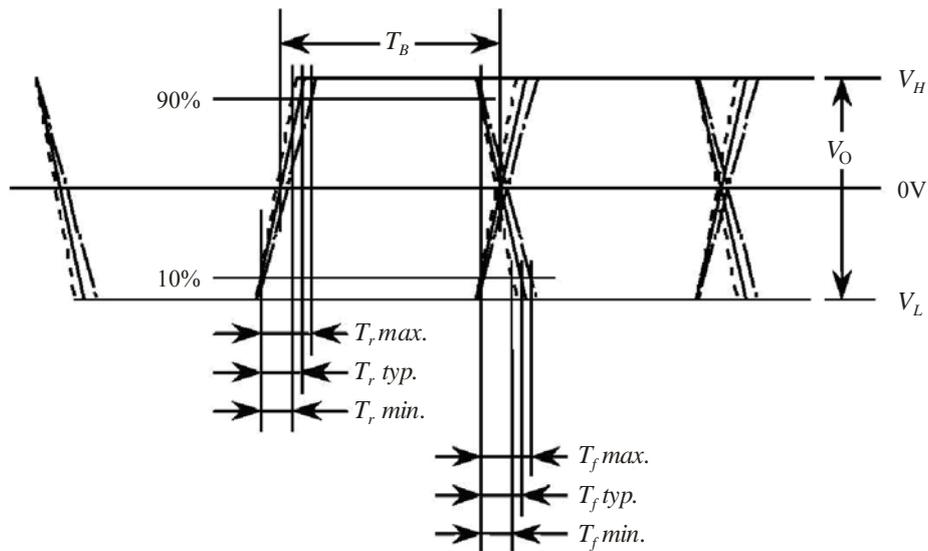
L'émetteur comporte un circuit de sortie dissymétrique avec une impédance de source de 75Ω et un affaiblissement d'adaptation meilleur que 15 dB aux fréquences comprises entre 0,1 MHz et $128 \times$ fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz).

1.3 Caractéristiques du signal

La caractéristique du signal de sortie, mesurée à travers une résistance connectée aux bornes de sortie, est telle qu'indiquée sur la Fig. 14 et dans le Tableau 5. La résistance doit avoir une valeur de 75Ω avec une tolérance relative de $\pm 1\%$.

FIGURE 14

Forme d'onde du signal de sortie



BS.647-14

TABLEAU 5

Caractéristiques du signal de sortie

Paramètre	Symbole	Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	Unité
Tension de sortie	$V_O = V_H - V_L$	0,8	1,0	1,2	V
Décalage continu	$ V_H + V_L $	–	–	< 50	mV
Temps de montée	T_r	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI Note 6
Temps de descente	T_f	0,185 (30 ns)	0,225 (37 ns)	0,27 (44 ns)	UI Note 6
Largeur binaire	T_B	–	1 (163 ns)	–	UI Notes 1, 6

NOTE 1 – Egale à $1/(128 \times \text{fréquence de trame})$.

NOTE 2 – La tension de sortie est analogue au cas de signaux vidéo analogiques types.

NOTE 3 – Un décalage continu moindre donne un meilleur résultat dans le cas d'une longue transmission.

NOTE 4 – La valeur minimale des temps de montée et de descente est choisie de manière à restreindre la largeur de bande du signal de sortie. Lorsque ce signal audio numérique est introduit dans un amplificateur de distribution vidéo (VDA) analogique classique, cette spécification évite toute distorsion inutile de la phase du signal causée par la largeur de bande limitée de l'équipement VDA analogique. Des fréquences de trame élevées donnent lieu à de grandes largeurs de bande vidéo exemptes de distorsion de phase. Un fonctionnement vers la limite basse peut améliorer le diagramme de l'œil du signal reçu, mais peut accroître les champs électromagnétiques au niveau de l'émetteur. Il faut veiller à respecter la réglementation locale concernant la compatibilité électromagnétique.

NOTE 5 – La valeur maximale des temps de montée et de descente est choisie en tenant compte du souhait d'une transmission longue distance (1 000 m).

NOTE 6 – Les chiffres (entre parenthèses) représentent les valeurs temporelles lorsque la fréquence de trame est de 48 kHz.

2 Caractéristiques du câble coaxial

Le câble de liaison doit être coaxial et avoir une impédance caractéristique de $75 \Omega \pm 3 \Omega$ aux fréquences comprises entre 0,1 MHz et $128 \times$ fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz). Il doit être correctement blindé.

3 Caractéristiques du récepteur

3.1 Généralités

Une égalisation peut être utilisée au niveau du récepteur.

NOTE 1 – L'intégrité du signal récupéré est déterminée par la condition du signal à la fin du câble et par les caractéristiques du récepteur. Les caractéristiques du récepteur telles que le niveau de seuil, le niveau d'hystérésis, la sensibilité à l'entrée, etc., dépendent de l'application. L'application est définie en partie par la distance de transmission, le câble spécifique utilisé, la marge de bruit requise, et la qualité de fonctionnement des circuits aval de récupération d'horloge. Si l'objectif est de préserver l'intégrité du signal dans diverses situations de manière à avoir un signal identique dans tous les cas, les spécifications relatives au récepteur optimal différeront dans chaque cas. Le présent document établit donc uniquement les spécifications minimales, plutôt que de spécifier la caractéristique de chaque récepteur.

3.2 Impédance de terminaison

L'impédance de terminaison doit être une impédance résistive, au niveau du connecteur du câble, de 75Ω avec un affaiblissement d'adaptation d'au moins 15 dB aux fréquences comprises entre 0,1 et $128 \times$ fréquence de trame (6,0 MHz dans le cas de 48 kHz).

3.3 Niveau maximal des signaux d'entrée

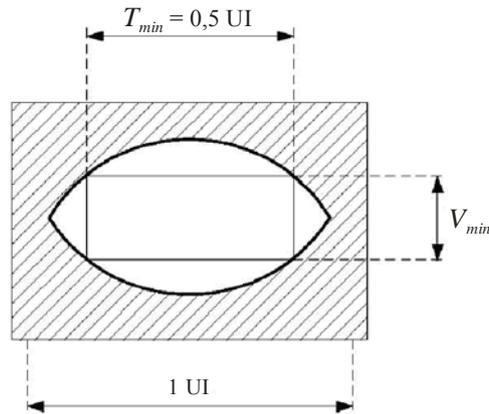
Le récepteur doit interpréter correctement les données lorsqu'il est connecté directement à un émetteur fonctionnant dans les limites de tension définies au § 1.3.

3.4 Niveau minimal des signaux d'entrée

Le récepteur doit interpréter correctement les données lorsqu'un signal aléatoire au connecteur d'entrée produit le diagramme de l'œil de la Fig. 15, caractérisé par une valeur V_{min} de 320 mV et une valeur T_{min} de 0,5 UI.

FIGURE 15

Diagramme de l'œil, récepteur – câble coaxial



$$T_{min} = 0,5 \text{ UI}$$

$$V_{min} = 320 \text{ mV}$$

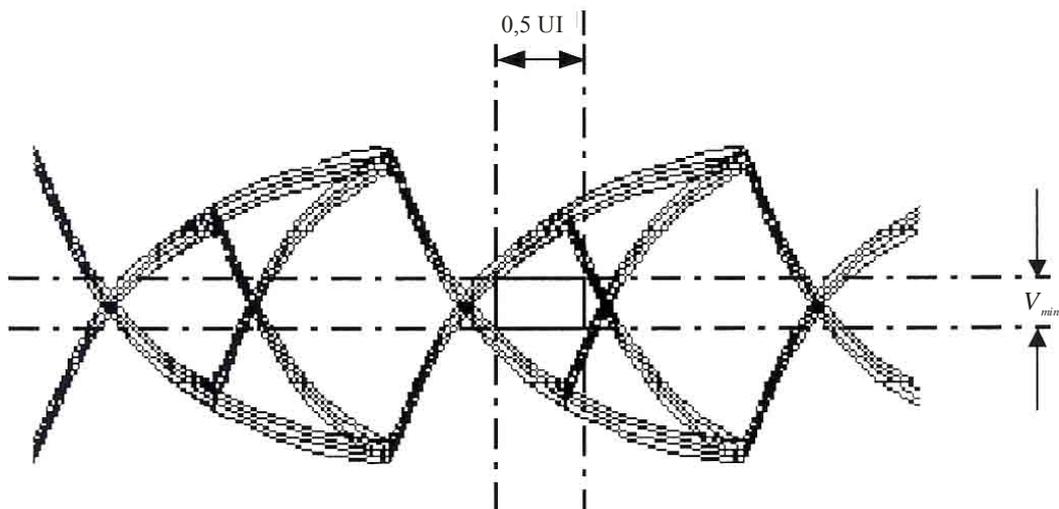
BS.647-15

NOTE 1 – Cette spécification est équivalente à celle correspondant au niveau minimal du signal au connecteur BNC de terminaison côté réception du câble coaxial. Elle est rédigée afin de maintenir la compatibilité avec les équipements existants conformes à l'Appendice B de la Partie 5 lorsqu'on utilise un réseau de résistances ou un transformateur-convertisseur d'impédance, adaptant un connecteur BNC (75Ω) au type de connecteur XLR décrit dans l'Appendice B de la Partie 5 (110Ω), pour connecter le câble coaxial dissymétrique à l'entrée symétrique de la Recommandation UIT-R BS.647.

NOTE 2 – Pour les transmissions au-delà de 1 000 m, des expériences ont montré qu'il est nécessaire d'utiliser un récepteur de sensibilité élevée qui puisse fonctionner de manière fiable avec le diagramme de l'œil du signal d'entrée représenté sur la Fig. 16, caractérisé par une valeur V_{min} de 30 mV.

FIGURE 16

Diagramme de l'œil pour une transmission longue distance



BS.647-16

4 Connecteur

Le connecteur doit avoir des caractéristiques mécaniques conformes au type BNC décrit dans la Partie 8 de la norme CEI 61169-8 (2007-2).
