

RECOMMANDATION UIT-R BS.647-2^{*,**}**Interface audionumérique pour les studios de radiodiffusion**

(1986-1990-1992)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il faudra interconnecter dans le domaine numérique les différents appareils audionumériques présents dans les studios de radiodiffusion dont les magnétophones, les étages audio des magnétoscopes, les mélangeurs, etc.;
- b) qu'il serait avantageux que tous les appareils utilisent les mêmes connexions d'interface;
- c) que l'interface doit laisser une marge pour les traitements du point de vue de la résolution;
- d) que l'interface doit prévoir des signaux auxiliaires de différents types;
- e) que la présente Recommandation ne doit être modifiée qu'après mûre réflexion et étude,

recommande

- 1** que l'interface décrite dans l'Annexe 1 soit adoptée;
- 2** que les propositions de modification de la présente Recommandation à examiner soient jointes d'abord à l'Annexe 2 ci-après, avant leur adoption éventuelle par l'UIT-R et avant les modifications qui pourraient en découler pour l'Annexe 1.

Annexe 1**1 Objet**

La présente Annexe spécifie une interface conseillée pour la transmission numérique série dans un centre de radiodiffusion, sur une distance pouvant atteindre quelques centaines de mètres, de deux voies de données audionumériques à échantillonnage périodique et sous forme linéaire.

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 recommandée pour utilisation dans les studios de radiodiffusion (Recommandation UIT-R BS.646).

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2003 conformément à la Résolution UIT-R 44.

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

Cette Annexe ne traite ni de la connexion à des appareils de réseau téléphonique ni à proprement parler de la synchronisation de systèmes de grandes dimensions, bien que par sa nature même ce format permette de synchroniser facilement les récepteurs et l'émetteur.

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

NOTE 2 – Un document en préparation donnera des directives techniques et accompagnera cette spécification de l'interface.

2 Terminologie

Pour les besoins de la présente spécification, les définitions suivantes sont applicables.

2.1 Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage est la fréquence des échantillons représentant un signal audio. Lorsqu'on transmet plus d'un signal par la même interface, leurs fréquences d'échantillonnage doivent être identiques.

2.2 Mot d'échantillon audio

Le mot d'échantillon audio représente l'amplitude de l'échantillon audionumérique. La représentation est linéaire, en binaire et en complément à 2. Les nombres positifs correspondent à des tensions analogiques positives à l'entrée du convertisseur analogique-numérique. On peut fixer le nombre de bits par mot entre 16 et 24, en définissant deux plages de codage (au plus égales à 20 bits ou au plus égales à 24 bits).

2.3 Bits auxiliaires d'échantillon

On peut assigner aux 4 bits de plus faible poids le rôle de bits auxiliaires d'échantillon et s'en servir pour des informations auxiliaires quand le nombre de bits d'échantillon audio est inférieur ou égal à 20.

2.4 Bit de validité

Ce bit indique si les bits d'échantillon de la sous-trame (intervalles de temps 4 à 27 ou 8 à 27 selon la longueur du mot audio comme l'explique le § 3.1) se prêtent à la conversion en signal audio analogique.

2.5 Données d'état de voie

Les données d'état de voie acheminent, sous un format fixe qui se déduit du bloc (voir le § 2.11), l'information associée à chaque voie audio qui peut être décodée par n'importe quel utilisateur de l'interface.

2.6 Données d'utilisateur

La voie de données d'utilisateur est prévue pour acheminer toute autre information.

2.7 Bit de parité

Un bit de parité permet la détection d'un nombre impair d'erreurs résultant d'un mauvais fonctionnement de l'interface.

2.8 Préambules

Les préambules sont des motifs particuliers utilisés pour la synchronisation. Il existe trois préambules différents (voir le § 3.4).

2.9 Sous-trame

La sous-trame est la structure fixe utilisée pour acheminer les informations décrites dans les § 2.2 à 2.8 mentionnés ci-dessus (voir les § 3.1 et 3.2).

2.10 Trame

La trame est une séquence de deux sous-frames successives et associées.

2.11 Bloc

Un groupe de 192 trames consécutives forme un bloc. Un préambule de sous-trame particulier repère le début du bloc (voir le § 3.4).

2.12 Code en ligne

Le code en ligne décrit la méthode par laquelle les chiffres binaires sont représentés pour la transmission par l'interface.

3 Structure de l'interface

3.1 Structure de la sous-trame

Chaque sous-trame est divisée en 32 intervalles de temps, numérotés de 0 à 31 (voir la Fig. 1).

Les *intervalles 0 à 3 (Préambule)* acheminent l'un des trois préambules autorisés (voir la Fig. 2 et les § 3.2 et 3.4).

Les *intervalles 4 à 27 (Mot d'échantillon audio)* acheminent les mots d'échantillon audio en représentation linéaire en complément à 2. Le bit de plus fort poids est acheminé dans l'intervalle 27.

Lorsqu'on utilise une plage de codage de 24 bits, le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle 4 (voir la Fig. 1a).

Lorsqu'une plage de codage de 20 bits est suffisante, les intervalles 8 à 27 acheminent le mot d'échantillon audio et le bit de plus faible poids est placé dans l'intervalle 8. Les intervalles 4 à 7 peuvent être utilisés pour d'autres applications. En pareils cas, les bits placés dans les intervalles 4 à 7 sont appelés bits auxiliaires d'échantillon (voir la Fig. 1b).

Si la source délivre un nombre de bits inférieur à celui qu'autorise l'interface (24 ou 20), les bits de plus faible poids restants doivent être forcés au «0» logique.

L'intervalle 28 (Bit de validité) achemine le bit de validité associé au mot d'échantillon audio de sorte que le bit de validité soit un «0» logique si le mot d'échantillon audio se prête à la conversion en signal audio analogique et un «1» logique dans le cas contraire.

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

L'intervalle 29 (Bit de voie de données) achemine un bit de la voie de données d'utilisateur associé à la voie audio transmise dans la même sous-trame (voir le § 3).

L'intervalle 30 (Bit d'état de voie) achemine un bit de l'information d'état de voie associé à la voie audio acheminée dans la même sous-trame (voir le § 4).

L'intervalle 31 (Bit de parité) achemine un bit de parité qui a une valeur telle que les intervalles 4 à 31 inclus comprennent un nombre pair de «1» logique et un nombre pair de «0» logique (parité paire).

NOTE 1 – Les préambules ont explicitement la propriété d'avoir une parité paire.

3.2 Structure de la trame

Une trame est uniquement constituée de deux sous-frames (voir la Fig. 2). Les trames sont transmises à un rythme qui correspond exactement à la fréquence d'échantillonnage à la source.

Normalement, la première sous-trame commence par le préambule «X», à l'exception d'une trame sur 192 qui commence par le préambule «Z». Cela définit la structure de bloc utilisée pour organiser l'information d'état de voie. La seconde sous-trame commence toujours par le préambule «Y».

Les modes de transmission sont indiqués au moyen des bits 0 à 3 de l'octet 1 d'état de voie.

Mode à deux voies

Dans le mode à deux voies, les échantillons des deux voies sont transmis dans des sous-frames consécutives. La voie 1 est dans la sous-trame 1 et la voie 2 dans la sous-trame 2.

Mode stéréophonique

En mode stéréophonique, l'interface sert à transmettre un son stéréophonique où, en principe, les deux voies ont été échantillonnées simultanément. La voie gauche ou «A» est dans la sous-trame 1 et la droite ou «B» dans la sous-trame 2.

Mode à une seule voie (monophonique)

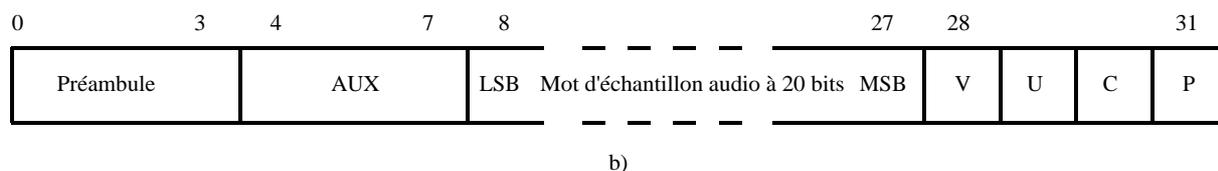
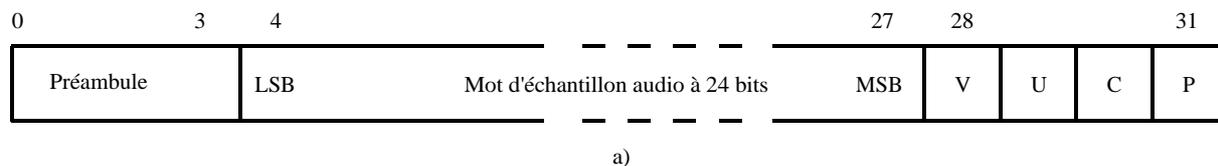
En mode monophonique, le débit binaire transmis reste celui qui est pour deux voies et le mot d'échantillon audio est placé dans la sous-trame 1. Les intervalles de temps 4 à 31 de la sous-trame 2 acheminent des bits identiques à ceux de la sous-trame 1 ou sont forcés à «0» logique. Le récepteur se mettra normalement par défaut sur la voie 1, sauf forçage manuel.

Mode primaire/secondaire

Dans certaines applications où l'on a besoin de deux voies, l'une étant primaire et l'autre secondaire, la voie primaire est dans la sous-trame 1 et la secondaire dans la sous-trame 2.

FIGURE 1

Structure de la sous-trame

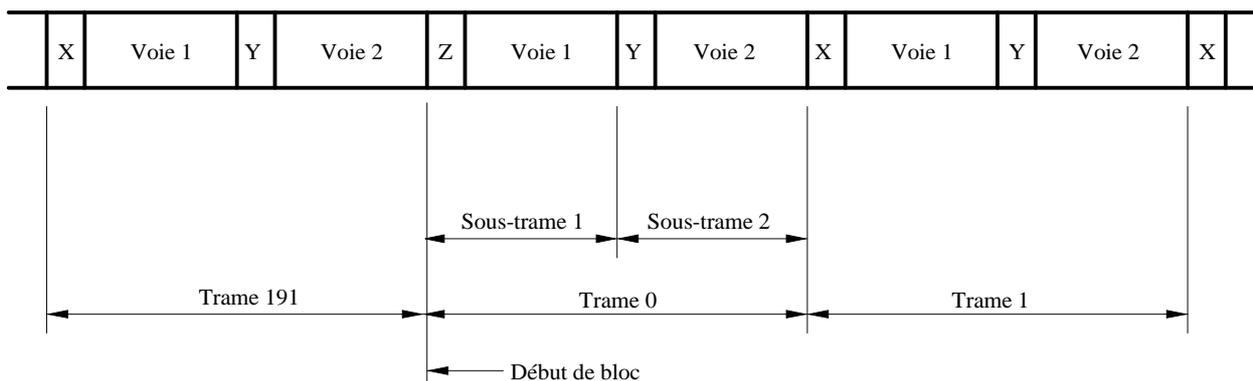


V: bit de validité
 U: bit de données d'utilisateur
 C: bit d'état de voie
 P: bit de parité
 AUX: bits auxiliaires d'échantillon

D01

FIGURE 2

Format de la trame



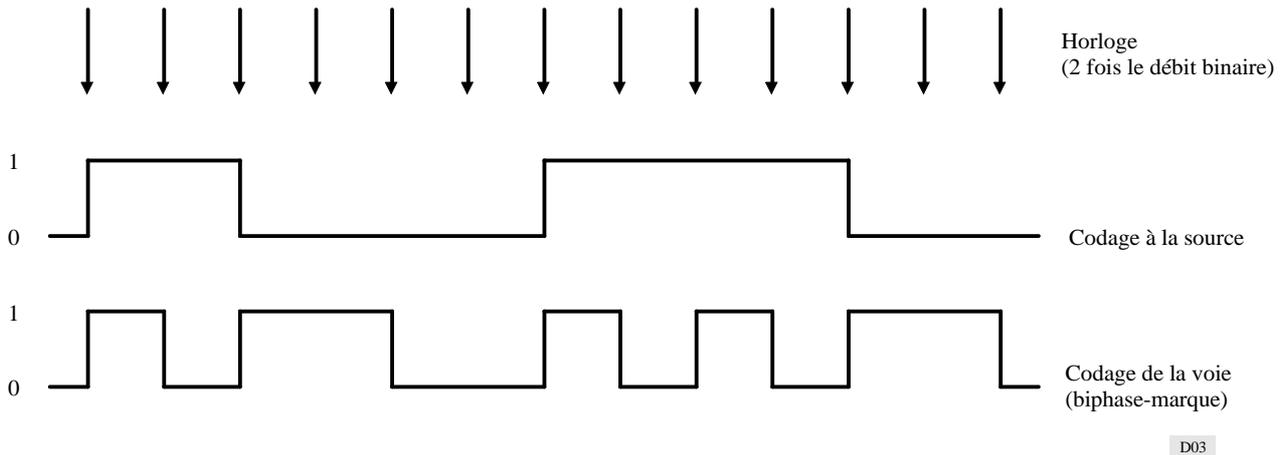
D02

3.3 Code en ligne

Les intervalles 4 à 31 sont codés en biphasé-marque pour minimiser la composante continue sur la ligne de transmission, pour faciliter la récupération d'horloge à partir du train de données et pour rendre l'interface insensible à la polarité des connexions.

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 un «0» logique; toutefois, il est différent si le bit est un «1» logique (voir la Fig. 3).

FIGURE 3
Codage en ligne



D03

3.4 Préambules

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 biphasé-marque. On évite ainsi que des données ne soient privées pour des préambules.

On utilise un jeu de trois préambules transmis dans la période attribuée à quatre intervalles au début de chaque sous-trame (intervalles de temps 0 à 3). Ils sont représentés par huit états successifs. Le premier état du préambule est toujours différent du second état du symbole précédent (représentant le bit de parité). Selon cet état, les préambules sont les suivants:

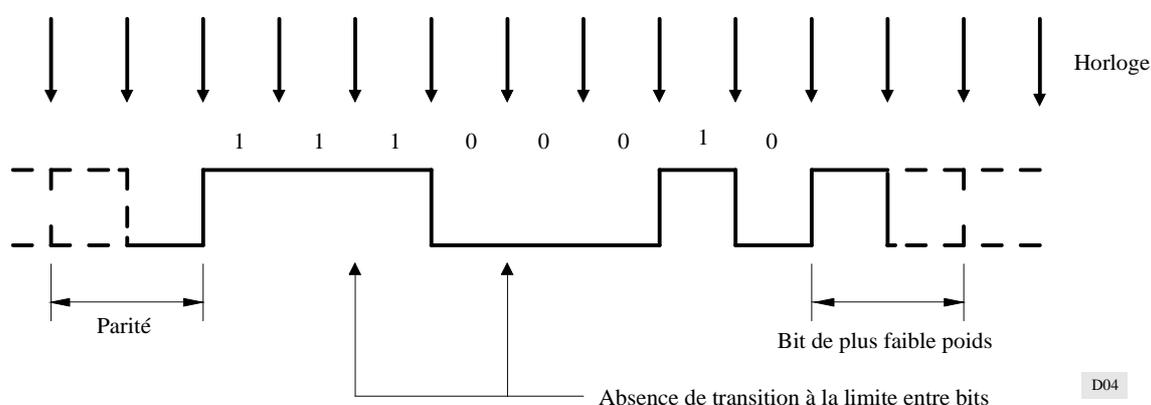
Etat précédent	Code de la voie		
	0	1	
«X»	1 1 1 0 0 0 1 0	0 0 0 1 1 1 0 1	Sous-trame 1
«Y»	1 1 1 0 0 1 0 0	0 0 0 1 1 0 1 1	Sous-trame 2
«Z»	1 1 1 0 1 0 0 0	0 0 0 1 0 1 1 1	Sous-trame 1 + début de bloc

Comme les signaux biphase-marque, ces préambules ne comportent pas de composante continue et permettent une récupération de l'horloge. Ils diffèrent par au moins deux états de toute séquence biphase valable.

La Fig. 4 représente le préambule «X».

NOTE 1 – Du fait de la présence du bit de parité paire dans l'intervalle 31, tous les préambules commencent par une transition dans le même sens (voir le § 3.1). Dans ces conditions, on ne transmet via l'interface en pratique qu'un seul jeu de préambules. Les deux jeux doivent toutefois être décodables, car une inversion de polarité peut se produire dans la connexion.

FIGURE 4
Préambule X (11100010)



3.5 Format des données d'utilisateur

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

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

La valeur par défaut du bit de données d'utilisateur est un «0» logique.

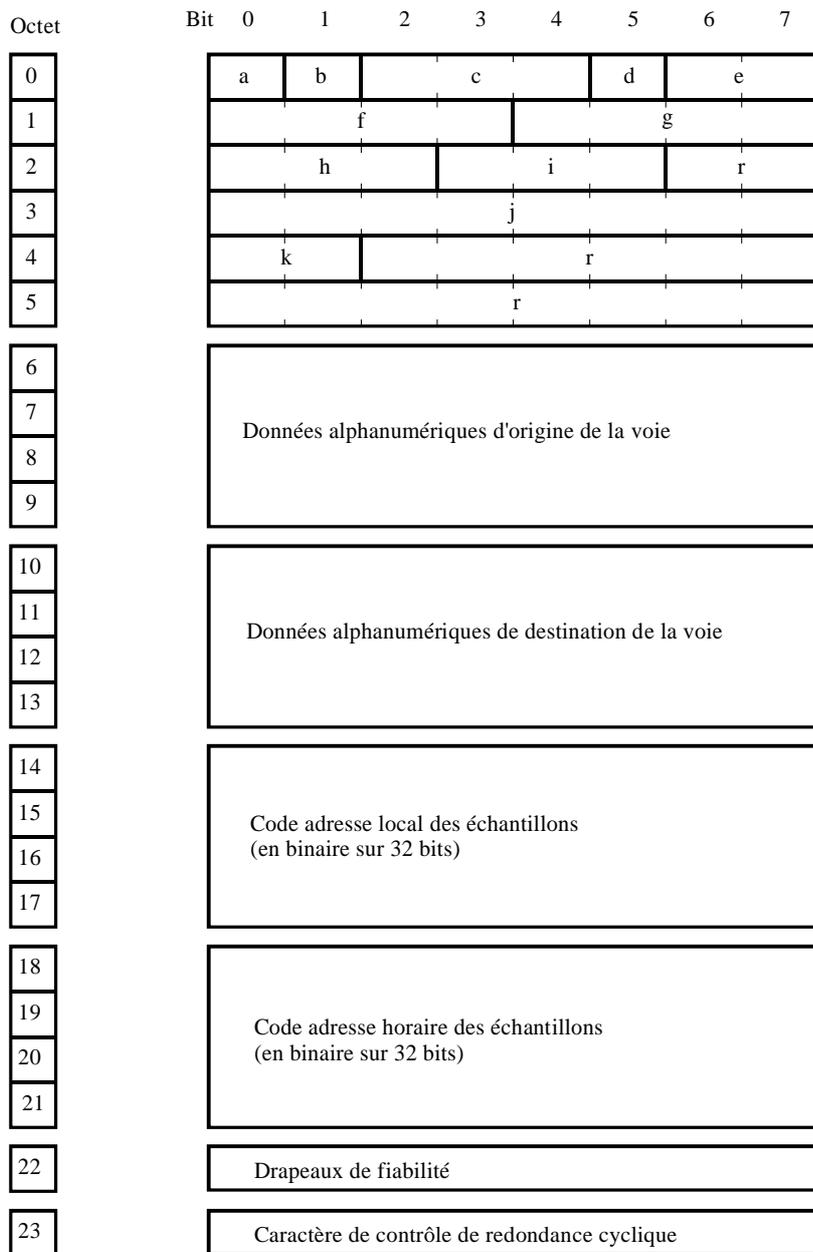
3.6 Format des données d'état de voie

Pour chaque signal audio, les données d'état de voie acheminent l'information associée à ce signal audio. Des données d'état de voie différentes peuvent donc être transmises par les deux sous-trames du signal audionumérique. Les renseignements que peuvent acheminer les données d'état de voie sont, à titre d'exemple: la longueur des mots d'échantillon audio, le nombre de voies son, la fréquence d'échantillonnage, le code temporel, les codes alphanumériques de la source et de la destination, et la préaccentuation.

L'information sur l'état de la voie est organisée en 192 blocs de bits subdivisés en 24 octets (Fig. 5). Le premier bit de chaque bloc est acheminé dans la trame avec le préambule «Z».

On trouvera ci-après l'organisation spécifique où le suffixe 0 désigne le premier octet ou bit.

FIGURE 5
Format des données d'état de voie



- | | |
|---|---|
| a: utilisation du bloc d'état de voie | g: gestion des données d'utilisateur |
| b: mode audio/non audio | h: utilisation des bits auxiliaires d'échantillon |
| c: préaccentuation du signal audio | i: longueur du codage à la source et historique du codage à la source |
| d: verrouillage de la fréquence d'échantillonnage à la source | j: description d'un fonctionnement multivoies ultérieur |
| e: fréquence d'échantillonnage | k: signal de référence audionumérique |
| f: mode de voie | r: réservé |

Octet 0		
Bit 0	0 1	Utilisation grand public du bloc d'état de voie (voir la Note 1) Utilisation professionnelle du bloc d'état de voie
Bit 1	0 1	Mode audio normal Mode non audio
Bits 2 à 4	Codage de la préaccentuation du signal audio	
Bit	2 3 4	Préaccentuation non indiquée. Le récepteur se place par défaut en position non préaccentuée avec forçage manuel possible Pas de préaccentuation. Forçage manuel du récepteur impossible Préaccentuation 50/15 µs. Forçage manuel du récepteur impossible Préaccentuation de la Recommandation UIT-T J.17 (avec un affaiblissement d'insertion de 6,5 dB à 800 Hz). Forçage manuel du récepteur impossible
Etat	0 0 0	
	1 0 0	
	1 1 0	
	1 1 1	
Tous les autres états des bits 2 à 4 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis		
Bit 5	1 0	Fréquence d'échantillonnage à la source déverrouillée Indication par défaut et fréquence d'échantillonnage à la source verrouillée
Bits 6 à 7	Codage de la fréquence d'échantillonnage	
Bit	6 7	Fréquence d'échantillonnage non indiquée. Le récepteur adopte 48 kHz par défaut et le forçage manuel ou automatique est possible Fréquence d'échantillonnage de 48 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible Fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible Fréquence d'échantillonnage de 32 kHz. Forçage manuel ou automatique impossible
Etat	0 0	
	0 1	
	1 0	
	1 1	

NOTE 1 – La signification du bit 0 de l'octet 0 est telle qu'une transmission en provenance d'une interface conforme à CEI 958 «utilisation grand public» peut être identifiée et qu'un récepteur conforme seulement à CEI «utilisation grand public» identifiera correctement une transmission provenant d'une interface «usage professionnel» comme le définit la présente norme. Si on connecte un émetteur «professionnel» à un récepteur «grand public» ou vice versa, le résultat est imprévisible.

Octet 1		
Bits 0 à 3	Codage du mode de fonctionnement	
Bit	0 1 2 3	
Etat	0 0 0 0	Mode non indiqué. Le récepteur passe par défaut sur le mode à deux voies. Forçage manuel possible
	0 0 0 1	Mode à deux voies. Forçage manuel impossible
	0 0 1 0	Mode à une seule voie (monophonie). Forçage manuel impossible
	0 0 1 1	Mode primaire/secondaire (la sous-trame 1 est primaire). Forçage manuel impossible
	0 1 0 0	Mode stéréophonique (la voie 1 est la voie gauche). Forçage manuel impossible
	0 1 0 1	Réservés à des applications définies par l'utilisateur
	0 1 1 0	Réservés à des applications définies par l'utilisateur
	1 1 1 1	Renvoi vers l'octet 3. Réserve à des applications ultérieures
Tous les autres états des bits 0 à 3 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis		
Bits 4 à 7	Gestion des bits d'utilisateur codés	
Bit	4 5 6 7	
Etat	0 0 0 0	Par défaut, pas d'information d'utilisateur indiquée
	0 0 0 1	Structure en bloc de 192 bits. Le préambule «Z» indique le début d'un bloc
	0 0 1 0	Système par paquets fondé sur le protocole HDLC ⁽¹⁾
	0 0 1 1	Défini par l'utilisateur
Tous les autres états des bits 4 à 7 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis		

⁽¹⁾ Ce système est spécifié dans le Supplément 1 au Document Tech. 3250 de l'UER: format de la voie de données d'utilisateur de l'interface audionumérique.

Octet 2			
Bits 0 à 2		Utilisation codée de bits auxiliaires d'échantillon	
Bit Etat	0 1 2		
	0 0 0	Longueur maximale du mot d'échantillon audio: 20 bits (par défaut). L'usage des bits auxiliaires d'échantillon n'est pas défini	
	0 0 1	Longueur maximale du mot d'échantillon audio: 24 bits. Les bits auxiliaires d'échantillon sont utilisés pour les principales données d'échantillon audio	
	0 1 0	Longueur maximale du mot d'échantillon audio: 20 bits. Les bits auxiliaires d'échantillon de cette voie servent à acheminer un signal unique de coordination (voir la Note 1)	
	0 1 1	Réservés à 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 3 à 5		Longueur de mot codé d'échantillon audio du signal émis (voir les Notes 2, 3 et 4)	
Bit Etat		Longueur du mot d'échantillon audio si la longueur maximale est de 24 bits comme l'indiquent les bits 0 à 2 ci-dessus	Longueur du mot d'échantillon audio si la longueur maximale est de 20 bits comme l'indiquent les bits 0 à 2 ci-dessus
	3 4 5		
	0 0 0	Longueur du mot non indiquée (par défaut)	Longueur du mot non indiquée (par défaut)
	0 0 1	23 bits	19 bits
	0 1 0	22 bits	18 bits
	0 1 1	21 bits	17 bits
	1 0 0	20 bits	16 bits
	1 0 1	24 bits	20 bits
Tous les autres états des bits 0 à 2 sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis			
Bits 6 à 7		Réservés et forcés à «0» logique tant qu'ils ne sont pas définis	

NOTE 1 – L'Appendice 1 décrit le codage du signal dans la voie 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 de 20 à 24 bits. Le récepteur doit passer par défaut au nombre maximal de bits spécifié par la plage de codage et permettre le forçage manuel ou automatique.

NOTE 3 – Les états autres que par défaut des bits 3 à 5 indiquent le nombre de bits actifs dans la plage de codage à 20 ou 24 bits qui est en vigueur. Il s'agit aussi d'une expression indirecte du nombre de bits de plus faible poids qui sont certainement inactifs, égal à 20 ou 24 moins le nombre correspondant à l'état binaire. Pour ces états binaires, le récepteur ne doit pas pouvoir être forcé manuellement ou automatiquement.

NOTE 4 – Quelle que soit la longueur du 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 27 de la sous-trame de l'émetteur comme le spécifie le § 3.1.

Octet 3	
Bits 0 à 7	Octet de destination au départ de l'octet 1
	Réservé en vue d'une future description de la fonction multicanal Pour le moment sera forcé au «0» logique

Octet 4		
Bits 0 et 1	Signal de référence audionumérique (selon AES11 – «Synchronisation de l'équipement audionumérique d'exploitation en studio»)	
Bit	0 1	N'est pas un signal de référence (état par défaut) Signal de référence de la Qualité 1 Signal de référence de la Qualité 2 Réservé et ne sera pas utilisé tant qu'il n'est pas défini
Etat	0 0	
	0 1	
	1 0	
	1 1	
Bits 2 à 7	Réservés et forcés au «0» logique tant qu'ils ne sont pas définis	

Octet 5	
Bits 0 à 7	Réservés et forcés au «0» logique tant qu'ils ne sont pas définis

Octets 6 à 9	
Données alphanumériques d'origine de la voie. Le premier caractère du message est l'octet 6	
Bits 0 à 7 (chaque octet)	Données ISO 646 (ASCII) à 7 bits sans bit de parité LSB transmis en premier avec «0» logique dans le bit 7 Les caractères de commande non imprimés (codes 01 _h à 1F _h et 7F _h) ne sont pas autorisés Valeur par défaut: «0» logique (code 00 _h ; nul ASCII)

Octets 10 à 13	
Données alphanumériques de destination de la voie. Le premier caractère du message est l'octet 10	
Bits 0 à 7 (chaque octet)	Données ISO 646 (ASCII) à 7 bits sans bit de parité LSB transmis en premier avec «0» logique dans le bit 7 Les caractères de commande non imprimés (codes 01 _h à 1F _h et 7F _h) ne sont pas autorisés Valeur par défaut: «0» logique (code 00 _h ; nul ASCII)

Octets 14 à 17	
Code local d'adresse d'échantillon (en binaire sur 32 bits) La valeur est celle du premier échantillon du bloc en cours	
Bits 0 à 7 (chaque octet)	LSB transmis en premier La valeur par défaut sera «0» logique

NOTE 1 – Même fonction qu'un indice de comptage à l'enregistrement.

Octets 18 à 21	
Code d'adresse de l'échantillon horaire (en binaire sur 32 bits) La valeur est celle du 1 ^{er} échantillon du bloc en cours	
Bits 0 à 7 (chaque octet)	LSB transmis en premier La valeur par défaut sera «0» logique

NOTE 1 – Ce code représente la référence horaire fixée lors du codage à la source du signal et celle-ci devrait rester inchangée pendant les opérations ultérieures. Un code binaire d'adresse d'échantillon formé de zéros seulement sera supposé correspondre à minuit (soit 00 h, 00 min, 00 s, 00 trame) en vue du transcodage en temps réel ou en codes temporels en particulier. Pour le transcodage 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.

Octet 22	
Drapeau utilisé pour indiquer si les informations acheminées par les données d'état de voie sont fiables. Selon le tableau suivant, si elles le sont, les bits appropriés seront forcés au «0» logique (par défaut), sinon ils le seront à «1» logique	
Bits 0 à 3	Réservés et forcés au «0» logique tant qu'ils ne sont pas définis
Bit 4	Octets 0 à 5
Bit 5	Octets 6 à 13
Bit 6	Octets 14 à 17
Bit 7	Octets 18 à 21

Octet 23	
Caractère de contrôle de la redondance cyclique des données d'état de la voie (CRCC)	
Bits 0 à 7	Le polynôme générateur est: $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ L'information qu'achemine le CRCC sert à vérifier la validité de l'ensemble du bloc de données d'état de la voie reçu (octets 0 à 22 inclus) Pour la mise en œuvre série, la condition initiale tout en «1» sert à produire les bits de contrôle, LSB transmis en premier Pour une mise en œuvre minimale de l'état de voie, seule la valeur par défaut sera «0» logique (voir le § 4.2.1)

NOTE 1 – L'Appendice 2 contient un schéma du circuit du registre à décalage qui sert à produire le code et deux exemples de données d'état de voie ainsi que l'octet CRC correspondant.

4 Mise en œuvre du format d'interface

4.1 Généralités

Afin de permettre l'exploitation compatible d'équipements répondant à la présente Annexe, 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.

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

4.2 Emetteur

Les émetteurs doivent respecter toutes les règles de formatage de codage de voie qui sont exposées dans les paragraphes précédents de la présente Annexe. Comme pour le mot d'échantillon audio, tous les émetteurs doivent coder et transmettre correctement le bit de validité, le bit d'utilisateur, le bit de parité et les trois préambules. Le codage de l'état de voie dépend de la mise en œuvre (voir ci-dessous).

On en définit trois: «Minimale», «Normale» et «Améliorée». Ces qualificatifs servent à exprimer de manière simple le niveau de mise en œuvre de la transmission de l'interface qui met en jeu de nombreuses caractéristiques de l'état de voie. Quel que soit le niveau de mise en œuvre, les états binaires réservés qui sont définis au § 3 ne changent pas.

4.2.1 Mise en œuvre minimale de l'état de voie

La mise en œuvre minimale représente le plus bas niveau de mise en œuvre de l'interface qui respecte les exigences de la présente Annexe. Les émetteurs doivent y coder et y transmettre le bit 0 de l'octet 0 d'état de voie sous forme de «1» logique, ce qui signifie «utilisation professionnelle du bloc d'état de la voie». Tous les autres bits d'état de voie des octets 0 à 23 inclus seront transmis dans l'état par défaut «0» logique. Dans ce cas, le récepteur prend l'état par défaut que spécifient les octets 0 à 2.

Si une certaine application exige la mise en œuvre d'octets d'état de voie supplémentaires (si l'état ne correspond pas tout à fait à la mise en œuvre du § 4.2.2), l'émetteur d'interface sera estimé correspondre à la mise en œuvre minimale de l'état de voie.

On notera que cette mise en œuvre impose de graves restrictions d'exploitation aux équipements de réception qui peuvent lui être connectés. Par exemple, les récepteurs qui mettent en œuvre l'octet 23 signaleront une erreur de CRC quand ils recevront comme CRCC une valeur de «0» logique par défaut. De même, la réception des valeurs par défaut des bits 6 et 7 de l'octet 0 peut perturber le fonctionnement des récepteurs qui n'admettent pas le forçage manuel ou automatique.

4.2.2 Mise en œuvre normale de l'état de voie

La mise en œuvre normale assure un niveau fondamental de mise en œuvre qui devrait suffire aux applications générales sonores ou de radiodiffusion professionnelles. Elle satisfait aux exigences décrites pour la mise en œuvre minimale et, de plus, l'émetteur de l'interface doit coder et transmettre correctement tous les bits d'état de voie des octets 0, 1, 2 et 23 (CRCC) comme cela est spécifié dans la présente Annexe.

4.2.3 Mise en œuvre améliorée de l'état de voie

La mise en œuvre améliorée doit non seulement répondre aux exigences décrites ci-dessus pour la mise en œuvre normale mais offrir en outre des possibilités supplémentaires.

4.3 Récepteurs

La mise en œuvre des récepteurs dépend beaucoup de l'usage qui en est fait. Il faut disposer de la documentation adéquate sur le niveau de mise en œuvre du récepteur de l'interface pour décoder l'information transmise (Validité, Utilisateur, Etat de voie, Parité) et sur les opérations ultérieures effectuées par l'équipement qui en fait partie.

5 Spécifications électriques

5.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques électriques de l'interface sont basées sur celles qui sont définies dans la Recommandation V.11 de l'UIT-T pour les circuits numériques symétriques en tension qui peuvent transmettre un signal sur quelques centaines de mètres.

Afin d'améliorer la symétrie de l'émetteur, du récepteur ou des deux au-delà des valeurs spécifiées par l'UIT-T, il est possible d'employer un circuit conforme à la structure générale décrite à la Fig. 6.

Dans ce circuit, les condensateurs C_2 et C_3 placés en série protègent les transformateurs et évitent les dommages en cas de connexion à une source délivrant une tension continue. Outre la réjection des signaux en mode commun qu'ils assurent, les transformateurs réduisent les problèmes de mise à la masse et de brouillages électromagnétiques (EMI). Bien qu'une égalisation à la réception soit appliquée, il n'est pas permis d'insérer un circuit d'égalisation avant émission.

Le câble de liaison doit être symétrique et blindé et avoir une impédance caractéristique nominale de 110Ω de 0,1 à 6,0 MHz.

5.2 Caractéristiques de l'émetteur de ligne

5.2.1 Impédance de sortie

La sortie de l'émetteur doit être symétrique et présenter une impédance interne de $110 \Omega \pm 20\%$, mesurée aux bornes de sortie à des fréquences de 0,1 à 6,0 MHz.

5.2.2 Amplitude du signal

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

5.2.3 Equilibrage

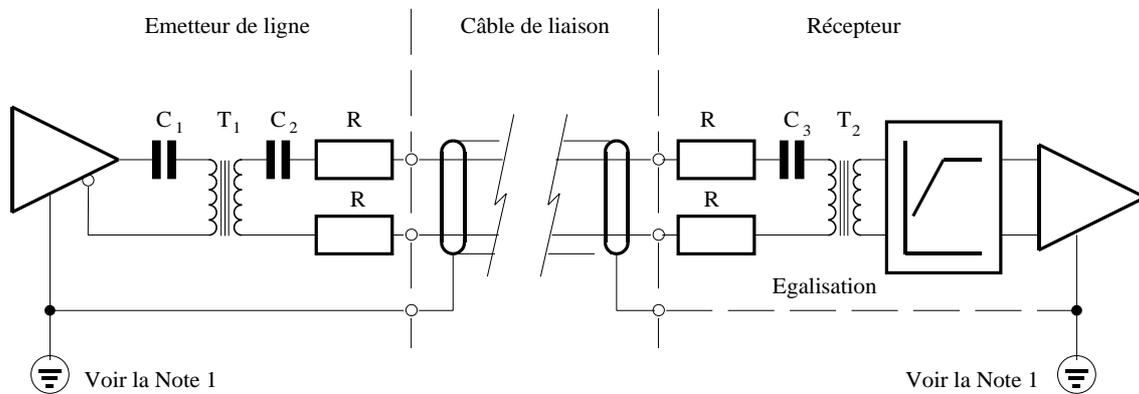
A la sortie de l'équipement et aux fréquences de 0 (continu) à 6 MHz, le niveau de toute composante en mode commun doit être inférieur d'au moins 30 dB à celui du signal.

5.2.4 Temps de montée et de descente

Les temps de montée et de descente, déterminés entre les points à 10% et à 90% et mesurés aux bornes d'une résistance de 110Ω connectée directement à la sortie sans câble de liaison, doivent être compris entre 5 et 30 ns.

NOTE 1 – Le fonctionnement 5 au voisinage de la limite inférieure 5 ns améliore le diagramme de l'œil mais aggrave l'EMI à l'émetteur: les équipements doivent respecter la législation locale concernant l'EMI.

FIGURE 6
Structure générale du circuit



Note 1 – Si la réglementation nationale l'exige, la masse du signal peut être aussi reliée à la masse de sécurité extérieure.

D06

5.2.5 Gigue de données

Les transitions entre données mesurées entre points à mi-tension ne doivent pas s'écarter de ± 20 ns d'un rythme d'horloge idéal sans gigue.

NOTE 1 – Cette spécification ne s'applique qu'au signal après codage de voie. Les spécifications de l'horloge d'échantillon audio sont plus strictes.

5.3 Caractéristiques du récepteur

5.3.1 Impédance terminale

Le récepteur doit présenter au câble de liaison une impédance essentiellement résistive de $110 \Omega \pm 20\%$ mesurée aux bornes d'entrée dans une bande de fréquences de 0,1 à 6 MHz. Si on associe plus d'un récepteur à une des lignes, il peut en résulter des erreurs de transmission dues à la désadaptation d'impédance.

5.3.2 Niveau d'entrée maximal des signaux

Le récepteur doit interpréter correctement les données lorsqu'il est connecté directement à un émetteur fonctionnant dans les limites de tension définies au § 5.2.2.

NOTE 1 – Dans le Document Tech. 3250 (1985) de l'UER, la spécification de l'amplitude du signal émis était au maximum de 10 V crête-à-crête.

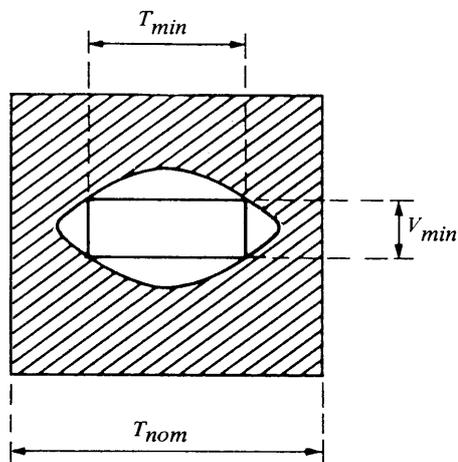
5.3.3 Niveau d'entrée minimal des signaux

Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'un signal d'entrée aléatoire produit le diagramme de l'œil de la Fig. 7, caractérisé par V_{min} de 200 mV et un T_{min} égal à 50% de T_{nom} .

5.3.4 Egalisation du récepteur

On peut avoir en option une égalisation à la réception, cela afin de permettre l'utilisation de liaisons d'interconnexion d'une longueur supérieure à 100 m. Une caractéristique d'égalisation en fréquence proposée est représentée à la Fig. 8. Le récepteur doit répondre aux conditions indiquées aux § 5.3.2 et 5.3.3.

FIGURE 7
Diagramme de l'œil



$$T_{min} = 0,5 \times T_{nom}$$

$$V_{min} = 200 \text{ mV}$$

T_{nom} : demi-période de symbole biphasé

D07-sc

5.3.5 Réjection en mode commun

Aux fréquences de 0 (continu) à 20 kHz, un signal en mode commun de moins de 7 V crête ne doit pas provoquer d'erreurs sur les données.

5.4 Connecteurs

Le connecteur normalisé pour les entrées et les sorties doit être du type circulaire à trois broches et à verrouillage décrit dans la Publication 268-12 de la CEI (on désigne d'habitude ce type de connecteur par le sigle «XLR»).

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, tandis que le connecteur du câble a des contacts mâles et une coquille femelle. L'affectation des broches doit être la suivante:

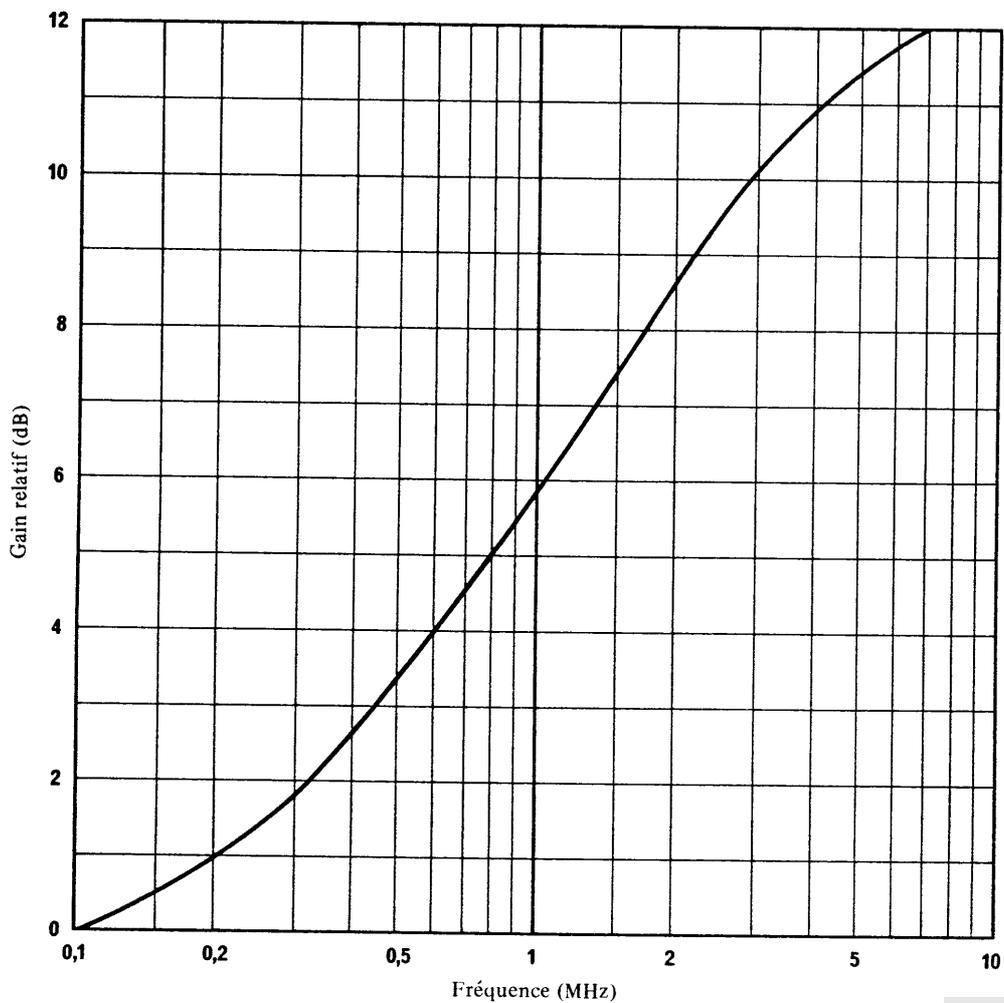
- Broche 1: blindage du câble ou masse;
- Broche 2: signal;
- Broche 3: signal.

(On notera que la polarité relative des broches 2 et 3 est sans importance dans le cas des signaux numériques.)

Les constructeurs de matériel devront identifier clairement les entrées et les sorties audionumériques par les termes «entrée audionumérique» ou «sortie audionumérique», selon le cas.

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

FIGURE 8

Proposition de caractéristique d'égalisation du récepteur

D08-sc

Appendice 1

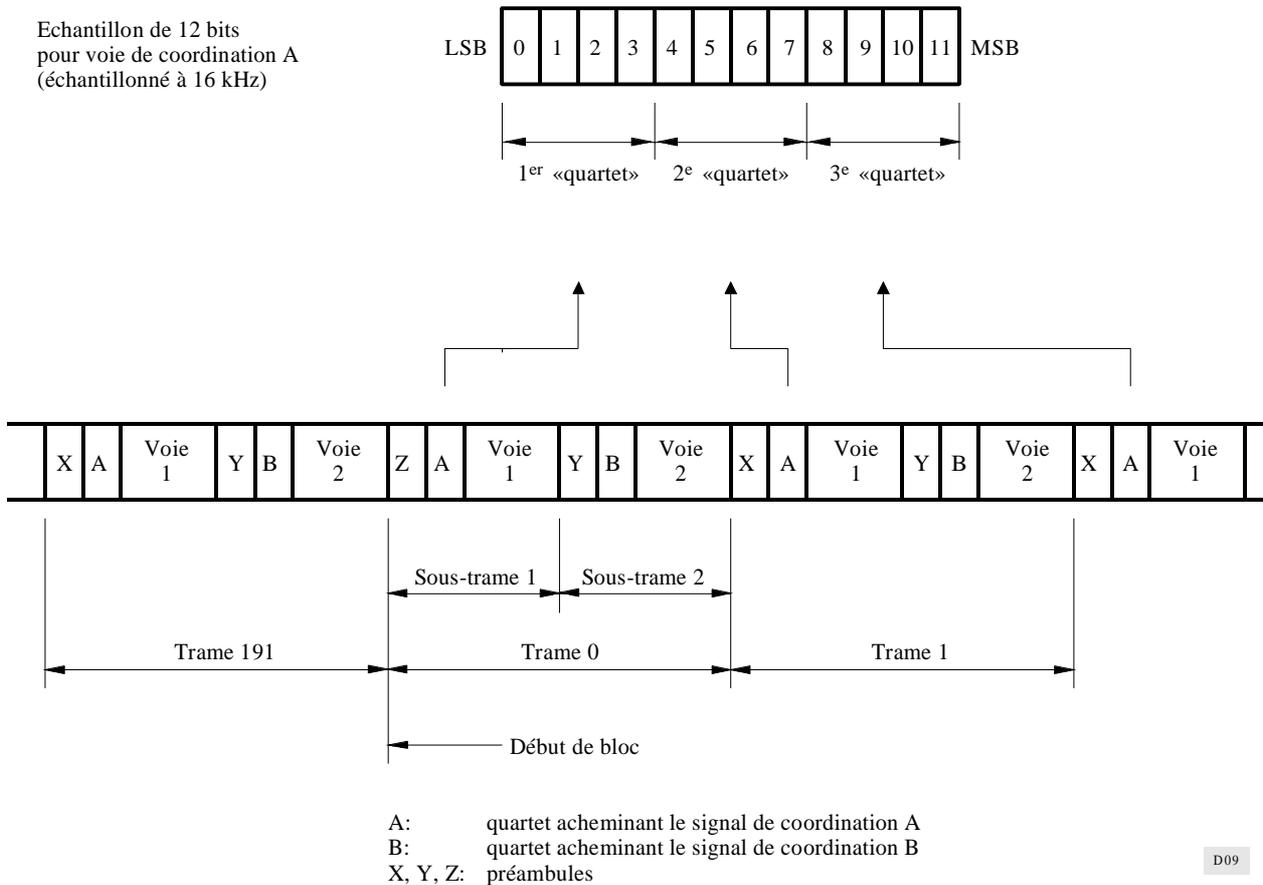
Insertion de voies additionnelles de qualité téléphonique dans l'interface audionumérique

Lorsqu'il suffit d'un codage à 20 bits pour le signal audio, les 4 bits auxiliaires d'échantillon peuvent servir à un signal de coordination de qualité téléphonique (conversation de service).

Le signal de qualité téléphonique est échantillonné à exactement un tiers de la fréquence d'échantillonnage du programme audio et codé uniformément avec l'échantillon à 12 bits, puis acheminé par groupes de 4 bits dans les bits auxiliaires des sous-trames d'interface représenté sous forme de complément à 2. Un signal de ce type peut être porté par la sous-trame 1, l'autre par la sous-trame 2. Le préambule «Z» qui figure au début de chaque bloc est utilisé comme mot d'alignement de trame pour les signaux de qualité téléphonique. Les deux sous-trames de la trame 0 contiennent chacune les 4 bits de plus faible poids d'un échantillon de leur signal respectif de qualité téléphonique, comme l'indique la Fig. 9. On y voit aussi deux signaux de qualité téléphonique, un dans chaque sous-trame.

FIGURE 9

Structure de trame et de bloc



Appendice 2

Formation du code cyclique de contrôle de redondance (octet 23) pour l'état de la voie

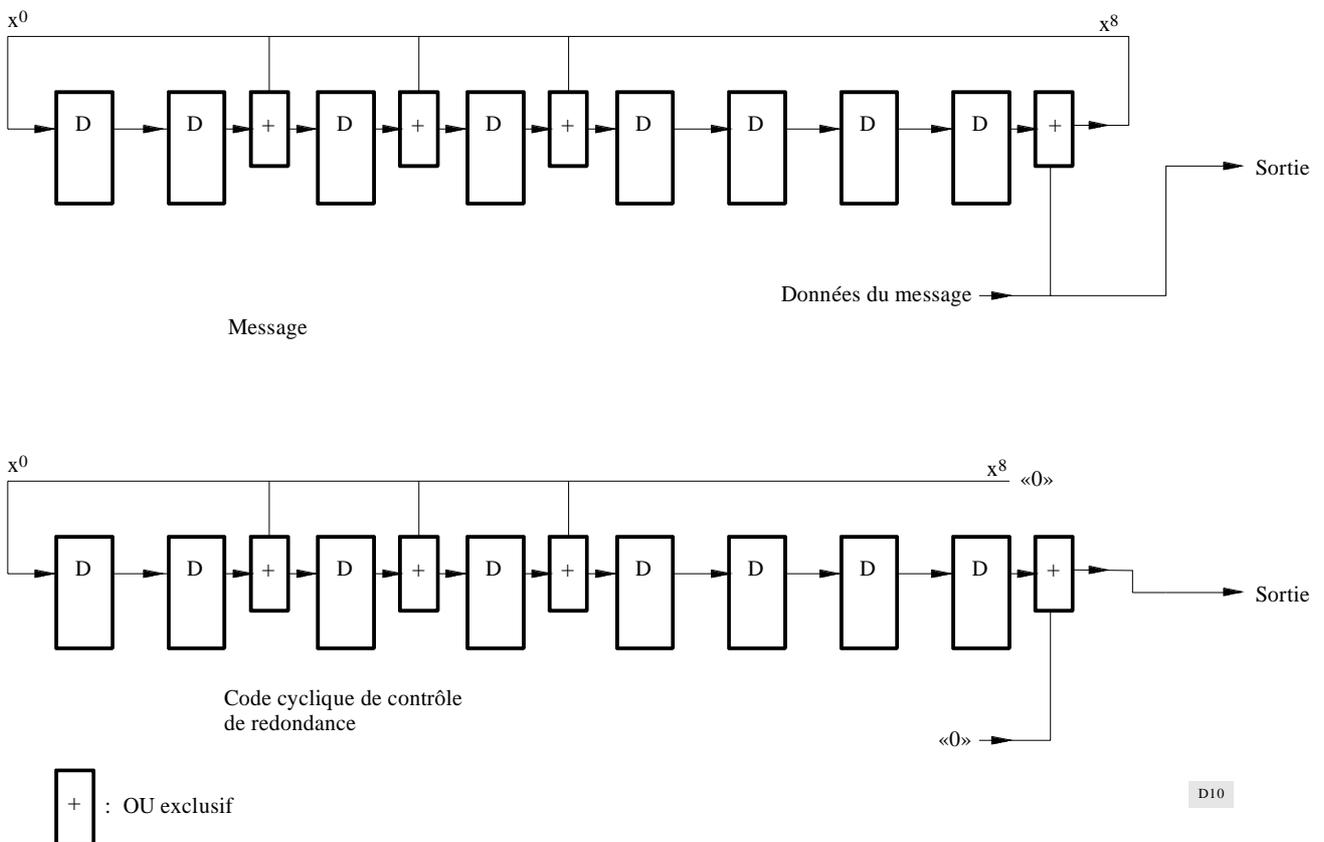
La structure du bloc d'état de la voie qui comprend 192 bits inclut un code CRC (code cyclique de contrôle de redondance) qui occupe les 8 derniers bits du bloc (octet 23). La spécification du code découle du polynôme générateur:

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

La Fig. 10 présente un exemple de réalisation physique sous forme série. Initialement, tous les étages sont à l'état «1» logique.

FIGURE 10

Réalisation physique du générateur de code et du CRC



Exemples de données d'état de la voie et CRCC correspondant

Exemple 1:

Octet	Bits forcés à «1»
0	0, 2, 3, 4, 5
1	1
4	1

Dans les octets d'état de voie 0 à 22 inclus, tous les autres bits sont forcés à «0».

CRCC	Octet 23	1	1	0	1	1	0	0	1	
	Bit d'état de la voie: 184									191

Exemple 2:

Octet	Bits forcés à «1»
0	0

Dans les octets d'état de voie 0 à 22 inclus, tous les autres bits sont forcés à «0».

CRCC	Octet 23	0	1	0	0	1	1	0	0	
	Bit d'état de la voie: 184									191

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

Annexe 2

Evolution de l'interface audionumérique

1 Introduction

Des changements pourront être proposés, afin d'améliorer les possibilités offertes par l'interface, ou pour lui permettre de répondre aux exigences de certaines applications. Il importe que les avantages et les inconvénients de ces changements soient examinés de façon approfondie, non seulement par ceux qui proposent les changements mais encore par d'autres utilisateurs de l'interface.

La présente Annexe expose un certain nombre de modifications et d'idées qui ont été proposées, mais pas forcément adoptées. Ces renseignements sont publiés à plusieurs fins:

- attirer l'attention de l'utilisateur sur les problèmes qui pourraient se poser à l'avenir;
- attirer l'attention de l'utilisateur sur les nouveaux besoins et les nouvelles possibilités éventuels;
- aider l'utilisateur à se servir efficacement de l'interface dans les applications actuelles et futures;
- rendre les constructeurs d'interfaces attentifs aux domaines dans lesquels des changements pourraient intervenir;
- stimuler les études futures.

2 Autres codes temporels

La première spécification de l'interface audionumérique stipule l'emploi de «codes d'adresses d'échantillon» c'est-à-dire de comptages binaires d'échantillons (à la fréquence de l'échantillonnage audio). Il s'agit d'un type idéal de code temporel pour un grand nombre d'applications purement audio dans l'environnement numérique; plusieurs organisations ont mis au point des équipements de montage son à base de disques informatiques qui utilisent des codes temporels à adresse d'échantillon.

Cependant, dans certaines applications (par exemple, télévision et enregistrement), il peut être nécessaire d'interconnecter deux appareils qui utilisent l'un et l'autre un code temporel DCB (décimal codé binaire) (appelé parfois code temporel «SMPTE/UER»). Ces appareils peuvent être compatibles du point de vue du code temporel, mais incapables d'échanger l'information de code temporel par l'intermédiaire de l'interface audionumérique sans transcodage à partir de l'adresse d'échantillon et vers l'adresse d'échantillon.

On trouvera ci-après quelques solutions qui peuvent être apportées à ce problème.

2.1 Remplacement de l'adresse d'échantillon par le code temporel DCB

Les codes temporels à adresse d'échantillon peuvent être remplacés directement par des codes temporels DCB avec utilisation du même nombre d'octets dans les mêmes positions des mots d'états de voie de l'interface (4 octets par code temporel). Pour permettre à l'interface d'acheminer l'un ou l'autre type de code temporel, il est bon d'utiliser l'un des bits d'état de voie pour «repérer» le remplacement du code à adresse d'échantillon par le code temporel.

2.2 Utilisation d'un code temporel contenant des éléments du code DCB et du code à adresse d'échantillon dans l'état de voie

Il est possible de réaliser un code temporel qui combine des éléments des deux types de code temporel. Par exemple, la partie de plus fort poids du code pourrait être une représentation en DCB des heures, minutes et secondes, et le temps à l'intérieur des secondes pourrait être indiqué par un comptage binaire d'échantillons. Autre possibilité: comptage indiquant les trames de télévision et les blocs d'interface, avec un comptage binaire d'échantillons à l'intérieur du comptage des blocs d'interface.

Il serait possible ainsi de réaliser un code temporel répondant aux spécifications des appareils qui mettent en œuvre le code DCB et doté de la résolution propre au code à adresse d'échantillon. Mais cette proposition présente les inconvénients suivants: d'une part, ce type de code exigerait un plus

grand nombre d'octets d'état de voie, d'où la nécessité de réorganiser les données d'état de voie; d'autre part, il faudrait mettre en œuvre des équipements utilisant le code à adresse d'échantillon pour coder et décoder la partie DCB du code temporel dans les interfaces.

2.3 Emploi de codes temporels supplémentaires dans la voie de données d'utilisateur

On pourrait se servir de la voie de données d'utilisateur de l'interface pour acheminer des codes temporels DCB, en plus des codes à adresse d'échantillon dans les données d'état de voie. Il est probable que la voie de données d'utilisateur sera trop «précieuse» pour servir uniquement au transport des codes temporels; on a cependant développé un système HDLC («commande de niveau élevé pour liaisons de données») qui permet d'acheminer ces codes temporels ainsi que d'autres données dans cette voie et cette proposition pourrait être utilisée comme norme possible pour la transmission d'un large éventail d'informations dans la voie de données d'utilisateur.

3 Copies

La Commission électrotechnique internationale (CEI) a proposé un schéma pour la protection des droits d'auteur et les moyens permettant d'indiquer si un enregistrement est un original ou une copie, dans l'interface grand public. Il conviendrait d'étudier la possibilité d'inclure cette information dans les données d'état de voie de l'interface professionnelle.
