

RECOMMANDATION UIT-R BS.707-4^{*,**}**Émission de plusieurs voies son dans les systèmes de télévision de terre PAL B, D1, G, H et I et SECAM D, K, K1 et L**

(1990-1994-1995-1998)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) la demande croissante au niveau mondial de moyens permettant de diffuser un son stéréophonique et/ou multivoie et/ou des données avec des émetteurs de télévision de Terre;
- b) les développements techniques dans ce domaine et, plus précisément, les avantages relatifs des différentes méthodes analogiques et numériques éventuelles décrites dans le Rapport UIT-R BS.795;
- c) les améliorations de la qualité du son en télévision obtenues grâce aux développements récents des équipements d'émission et de réception pour le système MF à deux porteuses son;
- d) les améliorations de la qualité du son en télévision que permet le système NICAM-728 utilisant un codage numérique;
- e) la Recommandation UIT-R BO.651 concernant le «Codage numérique MIC pour l'émission de signaux audio de haute qualité en radiodiffusion par satellite (bande passante nominale 15 kHz)»;
- f) la Recommandation UIT-R BO.650 relative à l'adoption de systèmes MAC/paquets pour la radiodiffusion par satellite dans des canaux définis par la Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour la radiodiffusion par satellite (Genève, 1977) (CAMR RS-77) et la nécessité d'une grande uniformité entre les systèmes numériques pour la diffusion par satellite et par voie de Terre;
- g) les avantages de circuits analogiques peu coûteux dans les récepteurs de télévision à plusieurs voies son pour le système MF à deux porteuses son;
- h) le développement des circuits audionumériques pour d'autres applications domestiques;
- j) la robustesse du système MF à deux porteuses son dans les zones à réception difficile, particulièrement en cas de réception par trajets multiples, et son excellente compatibilité avec les récepteurs, les émetteurs, les réseaux et les services existants, y compris le cas d'un écartement entre canaux de 7 MHz;

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 11 des radiocommunications et de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

** La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2002 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

k) la nécessité d'utiliser un codage du son numérique en télévision qui satisfasse simultanément, et avec une marge confortable, les contraintes contradictoires:

- de la robustesse dans des zones à réception difficile, y compris l'exigence que la défaillance du son intervienne après celle de l'image, et
- de la compatibilité entre les nouveaux services et les services existants, y compris le cas d'un écartement entre canaux de 7 MHz;

l) le fait que le système MF à deux porteuses son a été présenté à l'ex-CCIR en 1974 et qu'il est entré en exploitation en 1981, et qu'il est à présent largement utilisé en République fédérale d'Allemagne et dans de nombreux autres pays;

m) le fait que le système NICAM-728, qui a été présenté à l'ex-CCIR en 1987, est entré en exploitation en 1988, qu'il est actuellement largement utilisé en Finlande, en Suède, au Danemark, en Norvège, en Nouvelle-Zélande et au Royaume-Uni et qu'il est prévu de l'introduire dans divers autres pays;

n) l'urgence d'établir des normes unifiées pour permettre la mise en œuvre d'un son stéréophonique et/ou multivoie pour le service de télévision,

recommande

1 que, en cas d'introduction de plusieurs voies son analogiques dans des émissions de télévision de Terre dans des pays utilisant les systèmes de télévision PAL B, G et H, le système MF à deux porteuses son défini dans l'Annexe 1 soit adopté;

2 que, en cas d'introduction de plusieurs voies son numériques dans des émissions de télévision de Terre dans des pays utilisant les systèmes de télévision PAL B, D1, G, H et I, et les systèmes de télévision SECAM, D, K, K1 et L, le système audionumérique spécifié dans l'Annexe 2 soit adopté.

NOTE 1 – Des études sont en cours pour la définition des paramètres de systèmes à plusieurs voies son qui seront recommandés pour d'autres systèmes de télévision.

NOTE 2 – Le système d'émission décrit peut, dans certains cas, être utilisé pour des services de données. Quand cela est applicable, les références à ces services de données se trouveront dans les Annexes contenant les spécifications des systèmes.

NOTE 3 – Les brouillages dus à l'émission de plusieurs voies son sur d'autres systèmes de télévision sont traités dans le Rapport UIT-R BT.1214.

ANNEXE 1

Spécifications du système MF à deux porteuses son

TABLEAU 1

Caractéristiques d'émission du système MF à deux porteuses son
(Systèmes B, G et H)

Caractéristiques	Porteuse son 1	Porteuse son 2
<i>Porteuses son RF</i>		
Différence de fréquence par rapport à la porteuse image (MHz)	5,5 ⁽¹⁾	5,5 + 0,2421875 ⁽¹⁾
Puissance par rapport à la puissance crête image (dB)	-13	-20
Modulation	MF	MF
Déviation de fréquence (kHz)	± 50	± 50
Largeur de bande audiofréquence (Hz)	40 à 15 000	40 à 15 000
Préaccentuation (µs)	50	50
<i>Signaux audiofréquence</i>		
Monophoniques	Monophonique 1	Monophonique 1
Stéréophoniques	(A + B)/2	B
Deux voies son	Monophonique 1	Monophonique 2
<i>Signaux d'identification⁽²⁾</i>		
Fréquence de la sous-porteuse (kHz)		54,6875 ⁽³⁾ (3,5 × fréquence de ligne)
Modulation		MA
Taux de modulation (%)		50 ⁽⁴⁾
Fréquence de modulation ⁽³⁾ (Hz)		
monophonique		0
stéréophonique		117,5 (fréquence de ligne/133)
deux voies son		274,1 (fréquence de ligne/57)
Déviations de la seconde porteuse son par la sous-porteuse (kHz)		± 2,5
Compression-extension audiofréquence ⁽⁵⁾	A spécifier	

(1) La différence de fréquence entre les porteuses son est de $15,5 \times$ la fréquence de ligne = 242,1875 kHz. Le verrouillage de phase des deux porteuses son sur la fréquence de ligne donne certaines améliorations, mais n'est pas absolument nécessaire.

(2) Des signaux d'identification supplémentaires des trois modes son peuvent aussi être transmis sur la ligne de données numériques dans l'intervalle vertical de suppression de trame.

(3) Les fréquences de la sous-porteuse et d'identification sont verrouillées en phase sur la fréquence de ligne.

(4) Le taux de modulation résiduelle MA de 50% est réservé à l'identification future d'une compression-extension audiofréquence.

(5) L'emploi d'un système de compression-extension audiofréquence compatible améliorerait le rapport signal/bruit.

ANNEXE 2

Résumé des spécifications du système de diffusion de plusieurs voies son numériques avec les systèmes de télévision de Terre B, G, H, I et L

1 Introduction

Le texte qui suit est un résumé des spécifications des systèmes de diffusion de plusieurs voies son numériques en télévision de Terre dans les systèmes B, D1, D, G, H, I, K, K1 et L.

2 Structure de la trame

Longueur de la trame:	728 bits
Rythme de diffusion des trames:	1 trame/ms

2.1 Organisation de la trame

Mot d'alignement de la trame:	8 bits
Information de commande:	5 bits
Données supplémentaires:	11 bits
Bloc de codage son/données:	704 bits

Total:	728 bits
--------	----------

Les 720 bits qui suivent le mot d'alignement de trame forment une structure identique à celle des blocs audio comprimés avec protection de premier niveau dans les systèmes de la famille MAC/paquets. Il est ainsi possible de décoder les signaux audio avec le même type de décodeur que celui utilisé pour les systèmes MAC évoqués plus haut. Les 16 premiers bits du bloc qui n'ont pas encore été affectés dans les systèmes de la famille MAC/paquets sont utilisés pour signaler les informations de commande (voir le § 3.2) et à titre de bits de données supplémentaires (voir le § 3.3).

La structure des trames pour les services de diffusion de données fait appel au même mot d'alignement, à un bit de drapeau et à des données supplémentaires avec des bits de commande, comme décrit au § 3.2.2, mais en remplaçant les échantillons audio par d'autres données.

2.2 Entrelacement des bits

On applique aux blocs de codage son/données un entrelacement pour réduire l'effet des erreurs affectant des bits successifs. Les bits de chacune des trames sont diffusés dans l'ordre suivant:

Mot d'alignement	5 bits de commande $C_0 \rightarrow C_4$	11 bits de données supplémentaires $AD_0 \rightarrow AD_{10}$	704 bits entrelacés son/données 16 bits
$\overbrace{1,2,3,4,5,6,7,8}$	$\overbrace{9,10,11,12,13}$	$\overbrace{14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24}$	$\left. \begin{array}{l} \overbrace{25,69,113,157,\dots} \quad 685 \\ 26,70,114,\dots \quad 686 \\ 27,71,115,\dots \quad 687 \\ 28,72,116,\dots \quad 688 \\ - - - \dots \quad - \\ - - - \dots \quad - \\ - - - \dots \quad - \\ 68,112,156,\dots \quad 728 \end{array} \right\}$
		$\left. \begin{array}{l} 44 \text{ bits} \\ 4 \times 11 \text{ bit} \\ \text{échantillons à compression-} \\ \text{extension} \end{array} \right\}$	

2.3 Brassage de dispersion d'énergie

Après l'entrelacement des bits, le train de bits transmis subit une mise en forme de son spectre par l'addition modulo deux d'une séquence binaire pseudo-aléatoire. Le code de trame n'est pas brassé.

Le générateur de séquence pseudo-aléatoire est réinitialisé après chacun des mots d'alignement de trame, de sorte que le premier bit de la séquence est additionné à celui qui suit immédiatement le mot d'alignement. Le polynôme générateur de la séquence pseudo-aléatoire est $x^9 + x^4 + 1$ et le mot d'initialisation est 111111111.

3 Codage de l'information

3.1 Mot de verrouillage de la trame

Le mot de verrouillage de la trame est 01001110; on diffuse en premier le bit de gauche.

3.2 Informations de commande

Les informations de commande sont acheminées par un bit indicateur de trame C_0 , trois bits de commande d'application, C_1 , C_2 et C_3 plus un indicateur de commutation du son de secours C_4 .

3.2.1 Bit indicateur de trame

Le bit indicateur de trame C_0 est forcé à «1» pour 8 trames consécutives et à «0» pour les 8 trames suivantes; il définit ainsi une séquence de 16 trames. Celle-ci est utilisée pour synchroniser les changements de types d'informations acheminés dans le canal.

$C_0 = 1$ Trames 1 à 8

$C_0 = 0$ Trames 9 à 16

3.2.2 Bits de commande d'application

Les bits de commande d'application définissent l'application du bloc de codage son/données à 704 bits comme on le décrit dans ce qui suit.

Lorsqu'on doit passer à une nouvelle application, ces bits de commande se modifient pour définir celle-ci dans la trame 1 de la dernière séquence de 16 trames de l'application en cours. Les blocs son/données de 704 bits se modifient pour la nouvelle application à partir de la trame 1 de la séquence de 16 trames qui suit.

Information de commande d'application			Contenu du bloc son/données de 704 bits
C_1	C_2	$C_3^{(1)}$	
0	0	0	Signal stéréophonique comportant des échantillons alternés de la voie A et de la voie B
0	1	0	Deux signaux audio monophoniques indépendants diffusés dans des trames alternées (dénommés M1 et M2)
1	0	0	Un signal monophonique et une voie de données transparente à 352 kbit/s diffusée dans des trames alternées
1	1	0	Une voie de données transparente à 704 kbit/s

⁽¹⁾ $C_3 = 1$ permet de signaler des options de codage audio ou de données supplémentaires non encore définies. Lorsque $C_3 = 1$, les décodeurs n'étant pas équipés pour ces options supplémentaires ne doivent pas délivrer de signal audio.

3.2.3 Indicateur de commutation audio de secours

$C_4 = 0$ Le signal audio analogique n'achemine pas le même programme que le signal numérique

$C_4 = 1$ Le signal audio analogique achemine le même programme que le signal stéréophonique numérique (ou le signal monophonique dans les trames M1).

3.3 Données supplémentaires

Les onze bits de données supplémentaires dénommés AD_0 à AD_{10} signalés au § 2.2 sont réservés pour des applications futures qui ne sont pas encore définies.

3.4 Blocs son/données

Fréquence d'échantillonnage:	32 kHz
Résolution initiale:	14 bits par échantillon
Caractéristiques de compression:	quasi instantanée, avec compression à 10 bits par échantillon dans des blocs de 32 échantillons (1 ms)
Codage des échantillons comprimés:	complément de 2
Préaccentuation:	Recommandation UIT-T J.17
Niveau maximal de modulation audio:	<p>systèmes B, D1, G, H: +12 dBu0 à 2,0 kHz</p> <p>système I: +14,8 dBu0 à 2,0 kHz</p> <p>système L: +12 dBu0 à 2,0 kHz</p>
Protection contre les erreurs:	1 bit de parité par échantillon
Transmission du facteur de proportionnalité:	signalé dans les bits de parité
Diffusion du signal audio stéréophonique:	les échantillons impairs de chacun des blocs acheminent la voie A (gauche); les échantillons pairs acheminent la voie B (droite)
Diffusion des signaux audio monophoniques:	le signal monophonique M1 correspond aux trames impaires; le signal monophonique M2 correspond aux trames paires. Si on diffuse un seul signal monophonique, ce sera le signal M1
Ordre de diffusion des bits:	les bits de chacun des échantillons sont diffusés en commençant par celui de plus faible poids, avec le bit de parité suivant celui de plus fort poids.

Les informations de commande ne sont pas utilisées. Cependant, d'autres informations pourraient être transmises par le même moyen, à savoir deux bits d'information modifiant les échantillons 55, 56, 57, 58, 59 et 60, 61, 62, 63, 64, respectivement. Les récepteurs devraient être conçus pour tenir compte de cette possibilité.

4 Caractéristiques de modulation

4.1	Signaux analogiques	Systèmes B, D1, G, H	Système I	Systèmes D, K, K1 et L
4.1.1	Composante image	Comme indiqué dans la Rec. UIT-R BT.470	Comme indiqué dans la Rec. UIT-R BT.470	Comme indiqué dans la Rec. UIT-R BT.470 sauf pour les caractéristiques suivantes: largeur nominale de la bande latérale principale réduite à 5,1 MHz environ. Pour la norme L, les niveaux vidéo du signal rayonné sont réduits pour laisser une porteuse rayonnée résiduelle minimale de 5%
4.1.2	Composante son analogique	Comme indiqué dans la Rec. UIT-R BT.470, de la porteuse audio sauf pour la puissance indiquée ci-dessous		
4.1.3	Rapport de puissance entre la porteuse image en crête et la porteuse audio analogique	Environ 20 à 1	Environ 10 à 1	Environ 10 à 1 et 40 à 1
4.2	Signal numérique	Systèmes B, D1, D, G, H, K, K1 et L	Système I	
4.2.1	Type de modulation	Modulation par quadrature de phase à codage différentiel (MDP-4)		
4.2.2	Débit binaire	$728 \text{ kbit/s} \pm 10^{-6}$		
4.2.3	Fréquence porteuse	5,85 MHz (sans relation avec le débit binaire) au-dessus de la fréquence de la porteuse image	6,552 MHz au-dessus de la fréquence de la porteuse image. (Dans certains pays, l'écart de fréquence entre la porteuse son numérique et la porteuse image peut être verrouillé sur le débit binaire.)	
4.2.4	Niveau du signal	Le rapport de puissance entre la porteuse image en crête et le signal numérique modulé est environ 100 à 1 pour les systèmes B, G, H et I et 500 à 1 pour les systèmes D, K, K1 et L.		
4.2.5	Mise en forme du spectre	Avant d'être modulées en quadrature, les impulsions au débit de symboles de 364 kHz subissent un filtrage passe-bas ayant une réponse amplitude-fréquence donnée ci-dessous. Le temps de propagation de groupe du filtre est constant.		

Systèmes B, D1, D, G, H, K et L

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{pour } f < \frac{1-k}{2t_s} \\ \cos \left[\frac{\pi t_s}{2k} \left(f - \frac{1-k}{2t_s} \right) \right] & \text{pour } \frac{1-k}{2t_s} \leq f \leq \frac{1+k}{2t_s} \\ 0 & \text{pour } f > \frac{1+k}{2t_s} \end{cases}$$

$$k = 0,4 \quad t_s = \frac{1}{364} \text{ ms}$$

L'utilisation du même filtre à la réception donne une caractéristique de coupure globale en cosinus à 40%

Système I

$$H(f) = \begin{cases} \cos \frac{\pi t_s f}{2} & \text{pour } f \leq \frac{1}{t_s} \\ 0 & \text{pour } f > \frac{1}{t_s} \end{cases}$$

$$t_s = \frac{1}{364} \text{ ms}$$

L'utilisation du même filtre à la réception donne une caractéristique de coupure globale en cosinus à 100%