

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.2016-3 (12/2022)

Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques

Série BT
Service de radiodiffusion télévisuelle



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en œuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

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

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	Émissions 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, 2023

© UIT 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R BT.2016-3

Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques

(2012-2013-2020-2022)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit des méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques.

Mots clés

Correction d'erreur, mise en trame des données, caractéristiques de modulation, méthodes d'émission, radiodiffusion multimédia de Terre, réception mobile, portatif

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des systèmes de radiodiffusion multimédia numérique utilisant les fonctionnalités intrinsèques des systèmes de radiodiffusion numérique ont été mis en œuvre dans de nombreux pays ou devraient l'être;
- b) qu'en ce qui concerne les systèmes d'émission de Terre pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs, des caractéristiques techniques spécifiques sont nécessaires en raison des caractéristiques de propagation particulières;
- c) que l'interopérabilité entre les systèmes de radiodiffusion multimédia et de radiodiffusion télévisuelle et sonore numérique pourrait permettre de réutiliser l'infrastructure de radiodiffusion existante pour les services multimédias;
- d) que les Recommandations UIT-R [BT.1306](#) et UIT-R [BT.1877](#) indiquent des méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre;
- e) que la Recommandation UIT-R [BS.1114](#) indique des méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission ainsi que les caractéristiques des couches supérieures pour des systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre;
- f) que la Recommandation UIT-R [BT.1833](#) et le Rapport UIT-R [BT.2049](#) décrivent les besoins des utilisateurs finals et les caractéristiques des couches supérieures concernant des systèmes de radiodiffusion multimédia pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs,

recommande

que les administrations souhaitant mettre en œuvre la radiodiffusion multimédia de Terre pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques utilisent l'un ou plusieurs (en fonction du marché de la radiodiffusion multimédia) des systèmes employant des méthodes de correction d'erreur, de mise en trame, de modulation et d'émission décrits à l'Annexe 1.

NOTE – Les Tableaux 1A, 1B, 2A et 2B de l'Annexe 1 peuvent être utilisés pour comparer les caractéristiques des systèmes en vue du choix d'un système particulier.

Annexe 1

Les Tableaux 1A et 1B contiennent des données sur les systèmes d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques. On trouvera d'autres informations sur les systèmes dans les Pièces jointes 1, 2 et 3.

Les Tableaux 2A et 2B indiquent, pour chaque système décrit dans les Tableaux 1A et 1B, les caractéristiques techniques concernant plusieurs aspects liés à la mise en œuvre et au déploiement.

TABLEAU 1A

Paramètres des systèmes d'émission

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
1	Largeurs de bande de canal	1,712 MHz	1/14 × n de a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz n ≥ 1 ⁽¹⁾	a) 1,7 MHz b) 5 MHz c) 6 MHz d) 7 MHz e) 8 MHz	a) 5 MHz b) 6 MHz c) 7 MHz d) 8 MHz	a) 1,7 MHz b) 5 MHz c) 6 MHz d) 7 MHz e) 8 MHz
2	Largeur de bande utilisée	1,536 MHz	«Espacement des sous-porteuses» (voir le point 5) + 1/14 × n × a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz n ≥ 1 ⁽¹⁾	a) 1,52 MHz b) 4,75 MHz c) 5,71 MHz d) 6,66 MHz e) 7,61 MHz	a) 4,75 MHz b) 5,71 MHz c) 6,66 MHz d) 7,61 MHz	a) 1,52 MHz b) 4,75 MHz c) 5,71 MHz d) 6,66 MHz e) 7,61 MHz
3	Nombre de segments	1	n ≥ 1 ⁽¹⁾		Nombre configurable d'intervalles de temps par largeur de bande	Configurable
4	Nombre de sous-porteuses par segment	192 384 768 1 536	108 (mode 1) 216 (mode 2) 432 (mode 3)	853 (mode 1k) 1 705 (mode 2k) 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k)	1 705 (mode 2k) 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k)	1 705 (mode 2k) 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k) 13 633 (mode 16k)

TABLEAU 1A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
5	Espacement des sous-porteuses	a) 8 kHz b) 4 kHz c) 2 kHz d) 1 kHz	a) 3,968 kHz (mode 1) ⁽²⁾ , 1,984 kHz (mode 2), 0,992 kHz (mode 3) b) 4,629 kHz (mode 1), 2,314 kHz (mode 2), 1,157 kHz (mode 3) c) 5,291 kHz (mode 1), 2,645 kHz (mode 2), 1,322 kHz (mode 3)	a) 1 786 kHz (1k) b) 5 580,322 Hz (1k) 2 790,179 Hz (2k) 1 395,089 Hz (4k) 697,545 Hz (8k) c) 6 696,42 Hz (1k), 3 348,21 Hz (2k), 1 674,11 Hz (4k), 837,05 Hz (8k) d) 7 812 Hz (1k), 3 906 Hz (2k), 1 953 Hz (4k), 976 Hz (8k) e) 8 929 Hz (1k), 4 464 Hz (2k), 2 232 Hz (4k), 1 116 Hz (8k)	a) 2 790,179 Hz (2k), 1 395,089 Hz (4k), 697,545 Hz (8k) b) 3 348,21 Hz (2k), 1 674,11 Hz (4k), 837,05 Hz (8k) c) 3 906 Hz (2k), 1 953 Hz (4k), 976 Hz (8k) d) 4 464 Hz (2k), 2 232 Hz (4k), 1 116 Hz (8k)	a) 901 Hz (mode 2k) 450 Hz (mode 4k) 225 Hz (mode 8k) 113 Hz (mode 16k) b) 2 790 Hz (mode 2k), 1 395 Hz (mode 4k) 698 Hz (mode 8k) 349 Hz (mode 16k) c) 3 348 Hz (mode 2k), 1 674 Hz (mode 4k) 837 Hz (mode 8k) 419 Hz (mode 16k) d) 3 906 Hz (mode 2k), 1 953 Hz (mode 4k) 977 Hz (mode 8k) 488 Hz (mode 16k) e) 4 464 Hz (mode 2k) 2 232 Hz (mode 4k) 1 116 Hz (mode 8k) 558 Hz (mode 16k)

TABLEAU 1A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
6	Durée active d'un symbole	a) 156 µs b) 312 µs c) 623 µs d) 1 246 µs	a) 252 µs (mode 1) ⁽²⁾ , 504 µs (mode 2), 1 008 µs (mode 3) b) 216 µs (mode 1), 432 µs (mode 2), 864 µs (mode 3) c) 189 µs (mode 1), 378 µs (mode 2), 756 µs (mode 3)	a) 560 µs (1k) b) 179,2 µs (1k), 358,40 µs (2k), 716,80 µs (4k), 1 433,60 µs (8k) c) 149,33 µs (1k), 298,67 µs (2k), 597,33 µs (4k), 1 194,67 µs (8k) d) 2 128 µs (1k), 256 µs (2k), 512 µs (4k), 1 024 µs (8k) e) 112 µs (1k), 224 µs (2k), 448 µs (4k), 896 µs (8k)	a) 358,40 µs (2k), 716,80 µs (4k), 1 433,60 µs (8k) b) 298,67 µs (2k), 597,33 µs (4k), 1 194,67 µs (8k) c) 256 µs (2k), 512 µs (4k), 1 024 µs (8k) d) 224 µs (2k), 448 µs (4k), 896 µs (8k)	a) 1 109,98 µs (2k) 2 219,97 µs (4k) 4 439,94 µs (8k) b) 358,4 µs (2k) 716,8 µs (4k) 1 433,6 µs (8k) 2 867,2 µs (16k) c) 298,67 µs (2k) 597,33 µs (4k) 1 194,67 µs (8k) 2 389,33 µs (16k) d) 256 µs (2k) 512 µs (4k) 1 024 µs (8k) 2 048 µs (16k) e) 224 µs (2k) 448 µs (4k) 896 µs (8k) 1 792 µs (16k)
7	Durée de l'intervalle de garde ou taux d'intervalle de garde	a) 31µs b) 62 µs c) 123 µs d) 246 µs	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la «durée active d'un symbole» (voir le point 6)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la durée active d'un symbole	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la durée active d'un symbole	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4 de la durée active d'un symbole

TABLEAU 1A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
8	Durée de l'unité de transmission (trame)	96 ms 48 ms 24 ms	204 symboles MROF (Durée d'un symbole = durée de l'intervalle de garde + durée active du symbole)	68 symboles MROF Une super-trame comporte 4 trames	68 symboles MROF Une super-trame comporte 4 trames	Souple avec possibilité de changement à chaque trame. Max 250 ms
9	Synchronisation temporelle/fréquentielle	Symbole néant et symbole de référence de fréquence centrale et de phase	Porteuses pilotes	Porteuses pilotes	Intervalle de garde/porteuses pilotes	Symbole P1/intervalle de garde/porteuses pilotes
10	Méthodes de modulation	T-DMB: MROFC-MDP-4D AT-DMB: MROFC-MDP-4D MROFC-MDPB sur MDP-4D MROFC-MDP-4 sur MDP-4D	MDP-4D, MDP-4, MAQ-16, MAQ-64	MDP-4, MAQ-16	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MD, MAQ-64-MD	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64 avec ou sans rotation de la constellation propre à chaque conduit de couche physique
11	Codage de canal interne	T-DMB: Code convolutif (1/4 à 3/4) AT-DMB: Code convolutif + turbo code (1/4 à 1/2)	Code convolutif Rendement initial 1/2 à 64 états Poinçonnage pour parvenir aux rendements 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Turbo code du 3GPP2 avec une taille initiale de bloc d'information de 12 282 bits Rendements obtenus par poinçonnage: 1/5, 2/9, 1/4, 2/7, 1/3, 2/5, 1/2, 2/3	Code convolutif Rendement initial 1/2 à 64 états Poinçonnage pour parvenir aux rendements 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Code LDPC de rendements 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4

TABLEAU 1A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
12	Entrelacement interne	Entrelacement temporel et entrelacement fréquentiel	Entrelacement fréquentiel: Entrelacement intra et inter segments Entrelacement temporel: Entrelacement convolutif au niveau des symboles 0, 380, 760, 1 520, 3 040 symboles (mode 1) ⁽²⁾ 0, 190, 380, 760, 1 520 symboles (mode 2) 0, 95, 190, 380, 760 symboles (mode 3)	– Entrelacement fréquentiel – Entrelacement temporel: Forney avec 48 branches MDP-4: 320/9 600 ms MAQ-16: 160/4 800 ms	Entrelacement binaire, combiné avec un entrelacement des symboles natif ou en profondeur	Entrelacement cellulaire, temporel et fréquentiel
13	Codage de canal externe	Code RS (204, 188, T = 8) pour le service vidéo et le service vidéo modulable	RS (204, 188, T = 8)		Code externe: RS (204, 188, T = 8) Code de canal externe IP: MPE-FEC RS (255,191)	BCH (16 200, x, t), x étant fonction du rendement du code LDPC. Capacité de correction d'erreurs t = 12 erreurs
14	Entrelacement externe	Entrelacement convolutif pour le service vidéo et le service vidéo modulable	Entrelacement convolutif au niveau des octets, I = 12	Entrelacement convolutif au niveau des octets, I = 12		Entrelacement binaire (parité et torsadage de colonne)

TABLEAU 1A (*fin*)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
15	Débits nets de données	<ul style="list-style-type: none"> • T-DMB: 0,576 à 1,728 Mbit/s • AT-DMB: 0,864 à 2,304 Mbit/s pour MDPB sur MDP-4D • AT-DMB: 1,152 à 2,88 Mbit/s pour MDP-4 sur MDP-4D 	$n \times$ a) 0,281 à 1,787 Mbit/s b) 0,328 à 2,085 Mbit/s c) 0,374 à 2,383 Mbit/s	Au niveau MPEG-TS et pour un rendement de code avec GI compris entre 1/4 et 1/32: a) 0,42 à 3,447 Mbit/s b) 1,332 à 10,772 Mbit/s c) 1,60 à 12,95 Mbit/s d) 1,868 à 15,103 Mbit/s e) 2,135 à 17,257 Mbit/s	Dépend du rendement du code MPE-FEC. Pour un rendement du code MPE-FEC de 3/4: a) 2,33-14,89 Mbit/s b) 2,80-17,87 Mbit/s c) 3,27-20,84 Mbit/s d) 3,74-23,82 Mbit/s	Débit binaire d'entrée maximal disponible dans le cas d'un flux de transport de 4 Mbit/s
	Référence	Pièce jointe 1	Pièce jointe 2	Pièce jointe 3	Pièce jointe 4	Pièce jointe 5

⁽¹⁾ Le nombre de segments «*n*» est déterminé par la largeur de bande disponible.

⁽²⁾ Les modes 1, 2 et 3 peuvent être choisis en fonction de l'échelle du réseau monofréquence et des types de réception du service (par exemple fixe ou mobile). Le mode 1 peut être utilisé pour une transmission unique, ou pour un réseau monofréquence peu étendu. Ce mode convient pour la réception mobile. Le mode 3 peut être utilisé pour un réseau monofréquence vaste. Ce mode convient pour la réception fixe. Le mode 2 offre un compromis supplémentaire entre la taille de la zone de transmission et les capacités de réception mobile. Pour choisir le mode, il convient de tenir compte de la fréquence radioélectrique utilisée, de l'échelle du réseau monofréquence et du type de réception du service.

TABLEAU 1B
Paramètres des systèmes d'émission

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
1	Largeurs de bande de canal	a) 100 kHz b) 200 kHz c) 250 kHz	a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz	a) 1.4 MHz b) 3 MHz c) 5 MHz d) 10 MHz e) 15 MHz f) 20 MHz	a) 5 MHz b) 10 MHz c) 15 MHz d) 20 MHz e) 25 MHz f) 30 MHz g) 35 MHz h) 40 MHz
2	Largeur de bande utilisée	a) 96,0 kHz b) 185,6 kHz c) 246,2 kHz	a) 5,832 MHz 5,751 MHz, 5,670 MHz, 5,589 MHz, 5,508 MHz ⁽³⁾ b) 6,804 MHz, 6,710 MHz, 6,615 MHz, 6,521 MHz, 6,426 MHz c) 7,777 MHz, 7,669 MHz, 7,561 MHz, 7,453 MHz, 7,345 MHz	a) 1,08 MHz b) 2,7 MHz c) 4,5 MHz d) 9 MHz e) 13,5 MHz f) 18 MHz	a) 4,5 MHz (15 kHz SCS) b) 9,36 MHz (15 kHz SCS) 8,64 MHz (30 kHz SCS) c) 14,22 MHz (15 kHz SCS) 13,68 MHz (30 kHz SCS) d) 19,08 MHz (15 kHz SCS) 18,36 MHz (30 kHz SCS) e) 23,94 MHz (15 kHz SCS) 23,4 MHz (30 kHz SCS) f) 28,8 MHz (15 kHz SCS) 28,08 MHz (30 kHz SCS) g) 33,84 MHz (15 kHz SCS) 33,12 MHz (30 kHz SCS) h) 38,88 MHz (15 kHz SCS) 38,16 MHz (30 kHz SCS)
3	Nombre de segments	1	Configurable		

TABLEAU 1B (suite)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
4	Nombre de sous-porteuses par segment	215 (100 kHz) 439 (200 kHz) 553 (250 kHz)	(mode 8k) ⁽³⁾ 6 913 6 817 6 721 6 625 6 529 (mode 16k) 13 825 13 633 13 441 13 249 13 057 (mode 32k) ⁽⁴⁾ 27 649 27 265 26 881 26 497 26 113	a) 2 916 (0,37 kHz) 864 (1,25 kHz) 432 (2,5 kHz) 144 (7,5 kHz) 72 (15 kHz) b) 7 290 (0,37 kHz) 2 160 (1,25 kHz) 1 080 (2,5 kHz) 360 (7,5 kHz) 180 (15 kHz) c) 12 150 (0,37 kHz) 3 600 (1,25 kHz) 1 800 (2,5 kHz) 600 (7,5 kHz) 300 (15 kHz) d) 24 300 (0,37 kHz) 7 200 (1,25 kHz) 3 600 (2,5 kHz) 1 200 (7,5 kHz) 600 (15 kHz) e) 36 450 (0,37 kHz) 10 800 (1,25 kHz) 5 400 (2,5 kHz) 1 800 (7,5 kHz) 900 (15 kHz) f) 48 600 (0,37 kHz) 14 400 (1,25 kHz) 7 200 (2,5 kHz) 2 400 (7,5 kHz) 1 200 (15 kHz)	a) 300 (15 kHz SCS) b) 624 (15 kHz SCS) 288 (30 kHz SCS) c) 948 (15 kHz SCS) 456 (30 kHz SCS) d) 1 272 (15 kHz SCS) 612 (30 kHz SCS) e) 1 596 (15 kHz SCS) 780 (30 Hz SCS) f) 1 920 (15 kHz SCS) 936 (30 kHz SCS) g) 2 256 (15 kHz SCS) 1 104 (30 kHz SCS) h) 2 592 (15 kHz SCS) 1 272 (30 kHz SCS)

TABLEAU 1B (suite)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
5	Espacement des sous-porteuses	4 000/9 Hz	a) 843,75 Hz (8k) 421,875 Hz (16k) 210,9375 Hz (32k) b) 984,375 Hz (8k) 492,1875 Hz (16k) 246,09375 Hz (32k) c) 1 125 Hz (8k) 562,5 Hz (16k) 281,25 Hz (32k)	1) $1/2,7 \approx 0,37$ kHz 2) 1,25 kHz 3) 2,5 kHz 4) 7,5 kHz 5) 15 kHz	1) 15 kHz 2) 30 kHz
6	Durée active d'un symbole	2,25 ms	a) 1 185,185 µs (8k) 2 370,370 µs (16k) 4 740,740 µs (32k) b) 1 015,873 µs (8k) 2 031,746 µs (16k) 4 063,492 µs (32k) c) 888,889 µs (8k) 1 777,778 µs (16k) 3 555,556 µs (32k)	1) 66,6 µs 2) 133,3 µs 3) 400 µs 4) 800 µs 5) 2 700 µs	1) 66,6 µs (15 kHz SCS) 2) 33,3 µs (30 kHz SCS)
7	Durée de l'intervalle de garde ou taux d'intervalle de garde	1/8 de la durée active d'un symbole	Durée de l'échantillon 192, 384, 512, 768, 1 024, 1 536, 2 048, 2 432, 3 072, 3 648, 4 096, 4 864 ⁽⁵⁾	1) 16,6 µs 2) 33,3 µs 3) 100 µs 4) 200 µs 5) 300 µs	1) 4,7 µs (15 kHz SCS) 2) 2,35 µs (30 kHz SCS)

TABLEAU 1B (suite)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
8	Durée de l'unité de transmission (trame)	41 symboles MROF (103,78125 ms)	La trame commence par un amorçage et comporte un nombre paramétrable de symboles de préambule et de sous-frames. La longueur minimale de la trame est de 50 ms et la longueur maximale de la trame est de 5 s.	1) 3 ms 2) 1 ms 3) 1 ms 4) 1 ms 5) 1 ms	Unité de transmission fondée sur des créneaux: 1) 1 ms (15 kHz SCS) 2) 0,5 ms (30 kHz SCS)
9	Synchronisation temporelle/fréquentielle	Intervalle de garde/Porteuses pilotes	Intervalle de garde/Porteuses pilotes	Sous-trame d'acquisition de cellules (CAS)/signal de synchronisation primaire (PSS) et signal de synchronisation secondaire (SSS)/ porteuses pilotes (du signal de référence)	Bloc de signaux de synchronisation (SSB), y compris le signal de synchronisation primaire (PSS) et le signal de synchronisation secondaire (SSS)
10	Méthodes de modulation	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64 (canal de service principal)	MDP-4, NUC-16, NUC-64, NUC-256, NUC-1024, NUC-4096; propre à chaque conduit de couche physique	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-256	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-256
11	Codage de canal interne	Code LDPC avec des rendements de codage d'approximativement 1/2, 2/3, 3/4 (canal de service principal)	Code LDPC avec une taille de bloc de 64 800 (64 K) ou 16 200 (16 K) bits et des rendements de codage de 2/15, 3/15, 4/15, 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 11/15, 12/15, 13/15	Codage turbo, taux de code initial 1/3, avec adaptation du débit selon la capacité disponible	Polaire pour le canal de commande et LDPC pour le canal de données: graphique de base 1 avec un taux de code initial 1/3 ou graphique de base 2 avec un taux de code initial 1/5, avec adaptation du débit selon la capacité disponible
12	Entrelacement interne	Entrelacement de bits, de cellules, en temps et en fréquence	Entrelaceur temporel: séparément pour chaque conduit de couche physique Entrelaceur fréquentiel: sur la base du symbole MROF	Aucun	Aucun

TABLEAU 1B (suite)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
13	Codage de canal externe	BCH (n, k, t); n, k étant fonction de la largeur de bande du canal et du rendement du code LDPC; Capacité de correction d'erreurs $t = 10$ erreurs (canal de service principal)	BCH, CRC, Aucun	CRC	CRC
14	Entrelacement externe		Entrelaceur binaire (parité au niveau des groupes, bloc): séparément pour chaque conduit de couche physique	Entrelacement binaire par bloc de codes	Entrelacement binaire dans un bloc de codes. Pas d'entrelacement entre blocs de codes.
15	Débits nets de données	En fonction de la modulation et du rendement de codage pour différentes largeurs de bande de canal: a) 75-341 kbit/s (100 kHz) b) 155-703 kbit/s (200 kHz) c) 196-888 kbit/s (250 kHz)	En fonction de la taille de la transformée de Fourier rapide (TFR), de la modulation, du rendement de codage, de l'intervalle de garde, du schéma de pilotes, du mode entrées multiples, sortie unique (MISO), de la trame d'extension future (FEF), du rapport puissance moyenne/puissance de crête (PAPR): a) 0,93-57,9 Mbit/s b) 1,08-67,5 Mbit/s c) 1,24-77,2 Mbit/s	Débits binaires types de 4,3 Mbit/s (MDP-4, rendement de codage de 0,37) à 24,8 Mbit/s (MAQ-64, rendement de codage de 0,71) avec un préfixe cyclique de 200 μ s dans une largeur de bande de canal de 10 MHz. Les valeurs fournies sont des débits nets de données relatifs à la capacité du canal physique de multidiffusion (PMCH) et tiennent compte des surplus dus à la signalisation/synchronisation et à l'intervalle de garde (préfixe cyclique)	En fonction de la modulation et du rendement de codage pour différentes largeurs de bande de canal, débits de données pour chaque ordre de modulation: a) 1,8 à 13,9 Mbit/s (MDP-4 dans une largeur de bande de canal de 10 MHz) b) 3,5 à 27,8 Mbit/s (MAQ-16 dans une largeur de bande de canal de 10 MHz) c) 5,3 à 41,7 Mbit/s (MAQ-64 dans une largeur de bande de canal de 10 MHz) d) 7 à 55,7 Mbit/s (MAQ-256 dans une largeur de bande de canal de 10 MHz)

TABLEAU 1B (*fin*)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
Référence		Pièce jointe 6	Pièce jointe 7	Pièce jointe 8	Pièce jointe 9

- ⁽³⁾ Les largeurs de bande sont indiquées pour Cred_coeff = 0, 1, 2, 3, et 4, respectivement.
- ⁽⁴⁾ On s'attend à ce que la transmission mobile utilise essentiellement les tailles de la TFR à 8K ou à 16K, car la limite de la vitesse du mobile influera sur la décision concernant l'espacement des porteuses (taille de la TFR), le rapport signal/bruit (SNR) du système et la diversité d'antenne. En utilisant la couche centrale, la vitesse du véhicule dans un canal mobile de type Typical Urban TU-6 peut être de 100/200/400 km/h pour un système TFR à 32k/16k/8k (largeur de bande de 6 MHz). À ce sujet, voir les renseignements supplémentaires de sélection fournis dans la Pièce jointe 7 à l'Annexe 1.
- ⁽⁵⁾ Pour déterminer la durée de l'intervalle de garde, on multiplie le nombre d'échantillons par les valeurs temporelles N, chaque fois que la durée de l'échantillon est déterminée par le taux d'échantillonnage en bande du signal de charge utile du système ATSC 3.0 hôte, tel que défini par le champ bsr_coefficient du symbole d'amorçage. À ce sujet, voir les renseignements supplémentaires fournis à la ligne 3 (Réseaux monofréquence) du Tableau 2.

TABLEAU 2A

Caractéristiques techniques des systèmes

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
1	Brouillage lié à la propagation par trajets multiples	Le choix entre quatre modes de transmission, en modulation MROF, offre une protection souple et appropriée contre le brouillage lié à la propagation par trajets multiples dans de nombreuses situations	Le choix entre quatre intervalles de garde, le choix entre trois modes, et des pilotes dispersés pour le symbole de référence, en modulation MROF, offrent une protection souple et appropriée contre le brouillage lié à la propagation par trajets multiples dans de nombreuses situations	Pour atténuer le brouillage lié à la propagation par trajets multiples, il convient de choisir la durée appropriée de l'intervalle de garde (parmi 4) et le mode approprié (1k, 2k, 4k ou 8k)	Pour atténuer le brouillage lié à la propagation par trajets multiples, il convient de choisir la durée appropriée de l'intervalle de garde (parmi 4), le mode approprié (2k ou 4k) et le mode approprié de l'entrelaceur interne (entrelacement en profondeur ou natif)	Le choix possible entre 6 intervalles de garde (1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4), 4 modes MROF, 7 structures de pilote (PP1-PP7), la disponibilité ou non du symbole P1, les modes SISO (entrée unique, sortie unique)/MISO (entrées multiples, sortie unique) offre une robustesse élevée dans les environnements de propagation par trajets multiples
2	Présence d'évanouissements	Le choix entre quatre modes de transmission, en modulation MROF, offre une protection souple et appropriée en présence d'évanouissements dans de nombreuses situations	Le choix entre trois modes, le choix d'un entrelacement temporel jusqu'à environ 0,8 s et des pilotes dispersés pour le symbole de référence, en modulation MROF, offrent une protection souple et appropriée en présence d'évanouissements dans de nombreuses situations	L'association d'un turbo code et d'un entrelaceur souple (jusqu'à 10 s) offre une protection même dans des conditions très difficiles allant jusqu'au blocage d'une durée comparable à la longueur de l'entrelaceur		Le choix possible entre différents modes MROF, différentes profondeurs d'entrelacement et différents mécanismes d'entrelacement (environ 5 niveaux d'entrelacement et un entrelacement virtuel) permet un fonctionnement robuste en présence d'évanouissements

TABLEAU 2A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
3	Réseaux monofréquence	En général, la taille des cellules de réseau monofréquence (SFN) est d'environ 70 km (MDP-4D, 1/2, intervalle de garde de 256 μ s) et dépend de la fréquence et de la puissance d'émission	En général, les réseaux SFN sont pris en charge en mode 8k-TFR avec possibilité de sélection du rendement du code FEC et du système de modulation de la porteuse Un signal se propageant par trajets multiples avec de longs retards en raison des réseaux SFN est acceptable sous réserve que l'intervalle de garde soit long (jusqu'à environ 250 μ s)	Le rayon des cellules des réseaux SFN dépend essentiellement de la configuration (SH-A ou SH-B) et du choix de la durée de l'intervalle de garde. Il est généralement compris entre 30 et 35 km, et peut aller jusqu'à 100 km		
4	Transmission simultanée de différents niveaux de qualité (transmission hiérarchique)	T-DMB: Non applicable AT-DMB: Des niveaux de qualité différents peuvent être définis de manière indépendante pour chaque couche De plus, jusqu'à quatre niveaux différents de qualité de transmission sont possibles en modifiant le rapport de la constellation	Des niveaux de qualité différents peuvent être définis de manière indépendante pour chaque structure de base de segments. De plus, jusqu'à trois niveaux différents de qualité de transmission sont possibles pour une structure à 13 segments, et deux niveaux pour une structure à 3 segments	La modulation hiérarchique est entièrement prise en charge. De plus, un service à faible latence peut être imbriqué dans un service normal au moyen de l'entrelaceur		En fonction de la configuration de système choisie, il est possible d'opter pour différentes protections contre les erreurs de service pour un ou plusieurs conduits de couche physique (PLP), chacun ayant ses propres modulation, codage et profondeur d'entrelacement temporel, d'où la possibilité d'une robustesse propre au service

TABLEAU 2A (suite)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
5	Efficacité d'utilisation du spectre (bit/s/Hz)	<p>T-DMB: De 0,375 (MDP-4D, code convolutif de rendement 1/4) à 1,125 (MDP-4D, code convolutif de rendement 3/4) bit/s/Hz</p> <p>AT-DMB: De 0,5625 (MDPB sur MDP-4D, code convolutif de rendement 1/4, turbo code de rendement 1/4) à 1,5 (MDPB sur MDP-4D, code convolutif de rendement 3/4, turbo code de rendement 1/2) bit/s/Hz</p> <p>AT-DMB: De 0,75 (QPSK sur MDP-4D, code convolutif de rendement 1/4, turbo code de rendement 1/4) à 1,875 (MDP-4 sur MDP-4D, code convolutif de rendement 3/4, turbo code de rendement 1/2) bit/s/Hz</p>	<p>De 0,655 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) à 4,170 bit/s/Hz (MAQ-64 7/8)</p> <p>La transmission connectée permet d'améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre car on n'a pas besoin de bande de garde</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Pour GI 1/4: De 0,2806 bit/s/Hz pour MDP-4 1/5 à 1,8709 bit/s/Hz pour MAQ-16 2/3 – Pour GI 1/32: De 0,3402 bit/s/Hz pour QPSK 1/5 à 2,2678 bit/s/Hz pour MAQ-16 2/3 	De 0,46 bit/s/Hz (MDP-4 1/2 MPE-FEC 3/4) à 1,86 bit/s/Hz (MAQ-64 2/3 MPE-FEC 3/4)	<p>De 0,87 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) à 4,34 bit/s/Hz (MAQ-64 3/4)</p> <p>Les valeurs indiquées d'efficacité d'utilisation du spectre ne tiennent pas compte de l'affaiblissement dû à la signalisation/synchronisation et de l'intervalle de garde</p>

TABLEAU 2A (*fin*)

	Paramètres	Système multimédia A	Système multimédia F	Système multimédia I	Système multimédia H	Système multimédia T2
6	Consommation d'énergie pour les récepteurs portatifs	Faible consommation d'énergie de la radiodiffusion DAB La largeur de bande étroite optimisée permet d'utiliser une fréquence basse pour l'horloge du système et de procéder à un calcul simple par FFT. Prise en charge du décodage du sous-canal pour certains services	La largeur de bande étroite et la réception partielle hors du signal à bande élargie permettent d'utiliser une fréquence basse pour l'horloge du système. La diminution de la fréquence de l'horloge du système dans un récepteur permet de diminuer la consommation d'énergie	Le découpage temporel permet d'économiser ~90% d'énergie par rapport à la réception continue dans la partie récepteur du système DVB-SH	Découpage temporel	Découpage temporel T2 avec conduits PLP

TABLEAU 2B

Caractéristiques techniques des systèmes

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
1	Brouillage lié à la propagation par trajets multiples	Pour atténuer le brouillage lié à la propagation par trajets multiples, il convient de choisir le mode de modulation approprié (incidence sur la durée de l'entrelacement binaire et cellulaire) et la durée de l'entrelacement temporel	Le choix possible entre 12 intervalles de garde, 3 modes MROF, 16 structures de pilote et les modes SISO/MISO offrent une robustesse élevée dans les environnements de propagation par trajets multiples	Système de transmission MROF avec choix de quatre combinaisons d'intervalle de garde (préfixe cyclique) et d'espacement des porteuses	Système CP-MROF pour le traitement du brouillage lié à la propagation par trajets multiples
2	Présence d'évanouissements	Le choix possible entre différents modes de modulation et différentes durées d'entrelacement temporel permet un fonctionnement robuste en présence d'évanouissements	Le choix possible entre différents modes MROF, différentes profondeurs et différents mécanismes d'entrelacement permet un fonctionnement robuste en présence d'évanouissements	Le choix de systèmes de modulation et de codage et de numéologies permet de s'adapter à différents environnements sujets à évanouissements pour des récepteurs fixes sur le toit, des récepteurs portatifs ou des récepteurs installés à bord des véhicules	Le choix de systèmes de modulation et de codage et de numéologies permet de s'adapter à différents environnements sujets à évanouissements

TABLEAU 2B (suite)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
3	Réseaux monofréquence	En général, la taille des cellules de réseau monofréquence peut atteindre 70 km et dépend de la fréquence et de la puissance d'émission	Le rayon des cellules des réseaux SFN dépend essentiellement du mode MROF et du choix de la durée de l'intervalle de garde. La différence de temps d'arrivée de divers émetteurs peut atteindre 703,7 μs ⁽⁶⁾	Prise en charge des réseaux de radiodiffusion SFN classiques avec un rayon allant jusqu'à 100 km	Prise en charge des réseaux de radiodiffusion SFN
4	Transmission simultanée de différents niveaux de qualité (transmission hiérarchique)		En fonction de la configuration de système choisie, il est possible d'opter pour différentes protections contre les erreurs de service pour un ou plusieurs conduits de couche physique (PLP), acheminés dans un ou plusieurs groupes de multiplexage par répartition dans le temps (TDM), de multiplexage par répartition de la fréquence (MRF) ou de multiplexage par répartition en couches (LDM), chacun ayant ses propres modulation, codage et profondeur d'entrelacement temporel, d'où la possibilité d'une robustesse propre au service	Différents systèmes de modulation et de codage peuvent s'appliquer à différents scénarios de trafic dans une zone de réseau SFN. En outre, différentes zones de réseau SFN peuvent être configurées pour utiliser différentes numérologies (combinaisons de l'espacement des porteuses et de l'intervalle de garde)	Différents systèmes de modulation et de codage peuvent être établis indépendamment pour chaque paquet de chaque service

TABLEAU 2B (*fin*)

	Paramètres	Système R	Système S	Système L	Système N
5	Efficacité d'utilisation du spectre (bit/s/Hz)	De 0,77 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) à 3,64 bit/s/Hz (MAQ-64 3/4)	De 0,16 bit/s/Hz (MDP-4 2/15) à 9,92 bit/s/Hz (MAQ-4096 13/15)	Efficacités d'utilisation du spectre types de 0,43 bit/s/Hz (MDP-4, rendement de codage de 0,37) à 2,48 bit/s/Hz (MAQ-64, rendement de codage de 0,71) avec un préfixe cyclique de 200 µs Les valeurs fournies sont des débits nets de données relatifs à la capacité du canal PMCH et tiennent compte des surplus dus à la signalisation/synchronisation et à l'intervalle de garde (préfixe cyclique)	De 0,18 bit/s/Hz (MDP-4, rendement de codage de 0,12) à 5,56 bit/s/Hz (MAQ-256, rendement de codage de 0,93)
6	Consommation d'énergie pour les récepteurs portatifs	La largeur de bande étroite permet d'utiliser une fréquence basse pour l'horloge du système dans un récepteur, ce qui permet de diminuer la consommation d'énergie	Les canaux de service sont organisés dans les domaines temporel, fréquentiel et des puissances. Lors de la réception d'un seul canal de service, seules la signalisation du canal de service et les tranches utiles sont reçues et traitées	Le mappage des services sur des sous-frames spécifiques (en temps voulu) permettrait au récepteur de se mettre en veille pour le reste du temps.	La réception discontinue (DRX) permet au récepteur de se mettre en veille durant la période d'inactivité des données.

⁽⁶⁾ Les emplacements du service de réseau SFN dépendent principalement de la longueur de l'intervalle de garde, qui peut atteindre 703,7 µs. Le choix de la longueur de l'intervalle de garde dépend du plus grand écart entre les temps d'arrivée des divers émetteurs au niveau du récepteur.

Pièce jointe 1 à l'Annexe 1

Système multimédia A (T-DMB et AT-DMB)

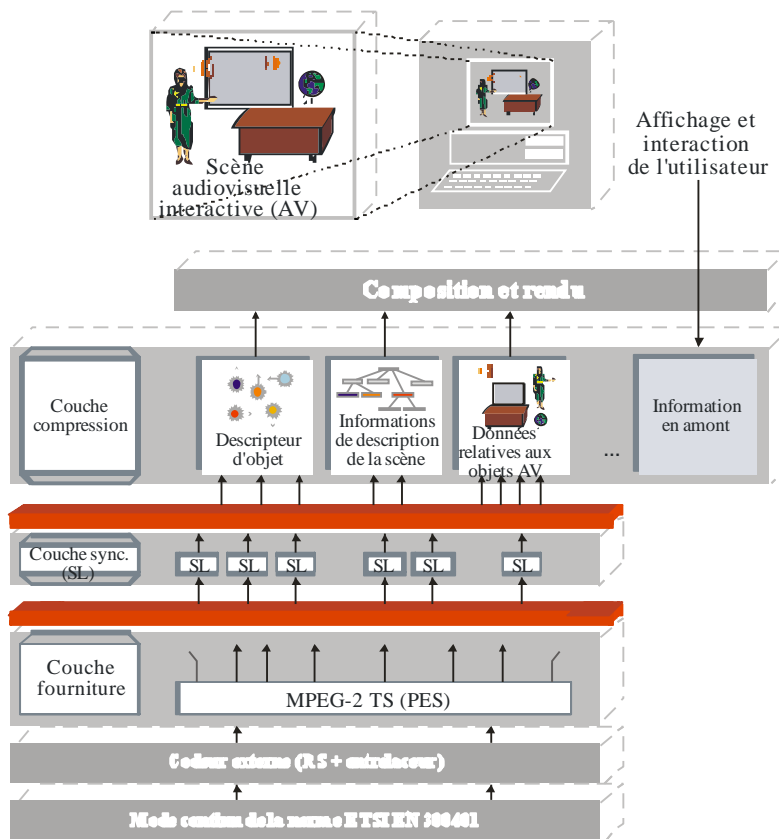
A.1 Aperçu et résumé concernant le système T-DMB

Le système de radiodiffusion multimédia numérique de Terre (T-DMB) est une version améliorée du système numérique A défini dans la Recommandation UIT-R [BS.1114](#), qui permet d'offrir un service multimédia (vidéo, audio et données interactives) à des récepteurs portatifs dans un environnement mobile.

Pour le service audio, le système T-DMB utilise MPEG-4 ER-BSAC ou MPEG-4 HE AAC v2 + ambiophonie MPEG en plus de la couche audio II MPEG-1/MPEG-2 indiquée pour le système numérique A. Pour le service vidéo, il utilise la norme UIT-T H.264 | MPEG-4 AVC pour les signaux vidéo, MPEG-4 ER-BSAC ou MPEG-4 HE AAC v2 + ambiophonie MPEG pour les signaux audio associés, et MPEG-4 BIFS et MPEG-4 SL pour les données interactives. Le codage de canal externe de Reed-Solomon (RS) est utilisé pour assurer la stabilité de fonctionnement de la réception vidéo.

L'architecture théorique du système T-DMB pour le service vidéo qui transmet un contenu MPEG-4 encapsulé selon la spécification «MPEG-4 sur MPEG-2 TS» est illustrée sur la Fig. A1-1.

FIGURE A1-1
Architecture théorique du système T-DMB pour le service vidéo



BT.2016-A1-01

Le mécanisme détaillé de fourniture du service vidéo dans un environnement mobile est défini dans les normes ETSI TS 102 427 et ETSI TS 102 428.

A.2 Aperçu et résumé concernant le système AT-DMB

La deuxième génération du système T-DMB, appelé système T-DMB évolué ou système AT-DMB, a une capacité des canaux jusqu'à deux fois supérieure à celle du système T-DMB, à savoir le système multimédia A de la Recommandation UIT-R [BT.1833](#), et peut fonctionner dans les réseaux T-DMB, car il est entièrement rétrocompatible avec le système T-DMB. Les paramètres de base du système AT-DMB tels que la largeur de bande de canal, le nombre de porteuses, la durée d'un symbole, la durée de l'intervalle de garde, etc., sont les mêmes que ceux du système T-DMB.

La capacité des canaux est améliorée grâce à l'application d'une modulation hiérarchique; un symbole MDPB ou MDP-4 est mappé sur un symbole MDP-4D. Le Tableau A1-1 donne les valeurs de paramètres des deux systèmes T-DMB et AT-DMB. Le système AT-DMB utilise les parties de la bande III et de la bande L dans lesquelles les réseaux T-DMB fonctionnent. Sa rétrocompatibilité avec le système T-DMB est garantie. Ainsi, grâce à sa plus grande capacité des canaux, le système AT-DMB peut offrir soit une meilleure qualité soit des services supplémentaires par rapport à ceux offerts par le système T-DMB. La spécification détaillée est décrite dans la «TTAK.KO-07.0070/R2» en ce qui concerne le mécanisme de modulation et de protection contre les erreurs.

TABLEAU A1-1

Comparaison de paramètres entre les systèmes AT-DMB et T-DMB

Paramètres	T-DMB	AT-DMB
Norme	Système numérique A de la Recommandation UIT-R BS.1114	Système numérique A de la Recommandation UIT-R BS.1114 , TTA.KO-07.0070/R2
Code de canal (rendement de code)	Code convolutif (1/4, 3/8, 1/2, 3/4)	Code convolutif, (1/4, 3/8, 1/2, 3/4) Turbo code (1/2, 2/5, 1/3, 1/4)
Méthode de modulation (profondeur d'entrelacement temporel)	MDP-4D (384 ms)	MDP-4D (384 ms), MDPB sur MDP-4D (768 ms), MDP-4 sur MDP-4D (384 ms)
Rapport de constellation	Non applicable	1,5, 2,0, 2,5, 3,0, ∞*

* ∞ signifie que la modulation hiérarchique n'est pas appliquée.

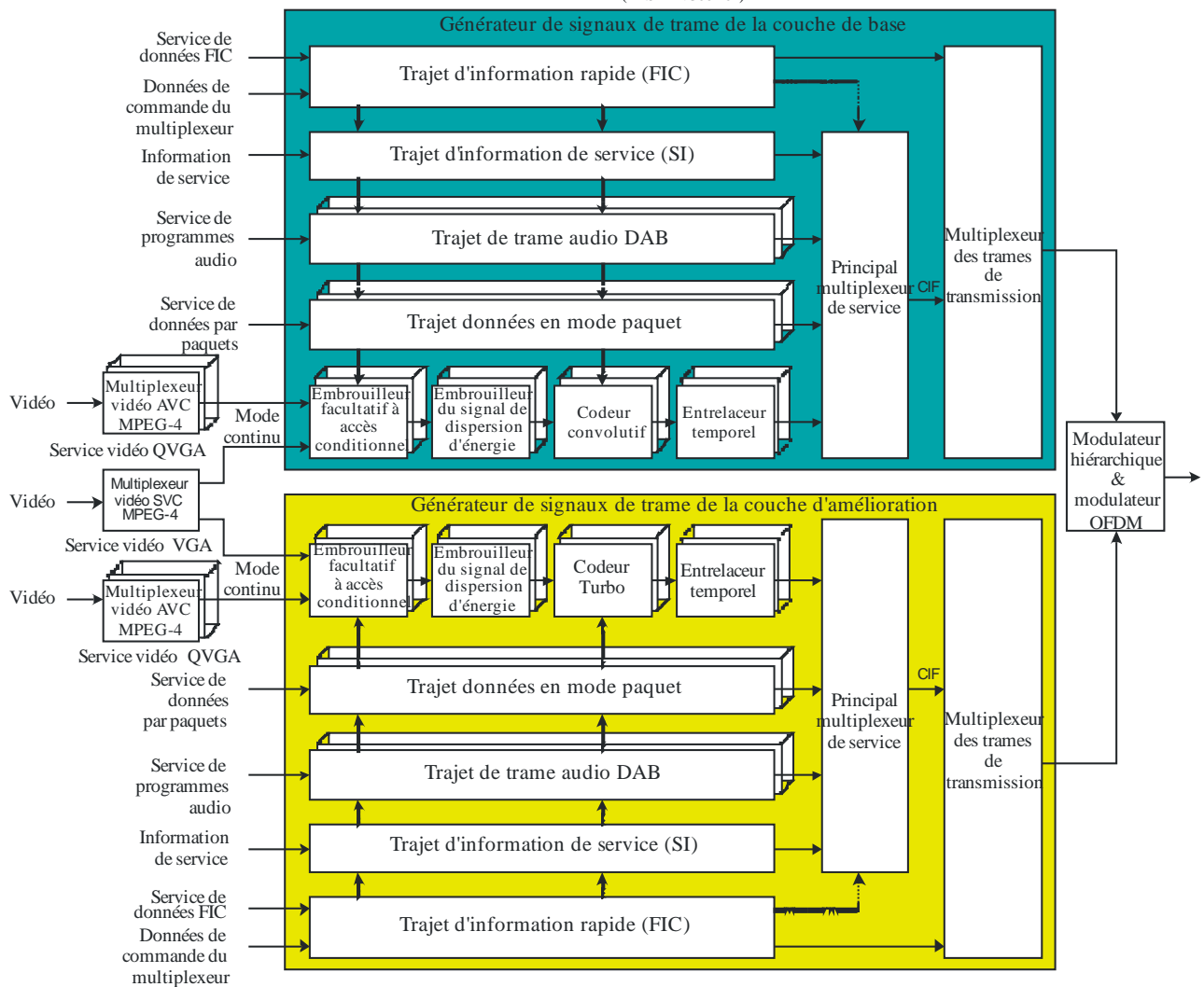
Le système AT-DMB permet de fournir un service vidéo modulable ainsi que tous les types de services T-DMB. La rétrocompatibilité du service vidéo modulable avec le service vidéo fourni par le système T-DMB est entièrement garantie. Un service vidéo de qualité VGA peut être offert aux récepteurs AT-DMB et un service vidéo de qualité QVGA peut être offert aux récepteurs T-DMB. S'agissant des signaux audio du service vidéo modulable, le système AT-DMB utilise la norme ISO/CEI 23003-1 pour le codage MPEG-4 ER-BSAC ou MPEG-4 HE AAC v2 + ambiophonie MPEG. S'agissant des signaux vidéo du service vidéo modulable, il utilise le profil de base de la Recommandation UIT-T H.264 | Norme ISO/CEI 14496-10, Amendement 3 pour le codage MPEG-4 SVC.

On se reportera à la norme TTA.KO-07.0070/R2 en ce qui concerne le mécanisme de modulation hiérarchique, le code de correction d'erreur, etc., du système AT-DMB et à la norme TTA.KO-07.0071 en ce qui concerne le service vidéo modulable du système AT-DMB.

A.3 Architecture du système de transmission

Un système AT-DMB comporte deux couches: une couche de base pour les récepteurs T-DMB et une couche d'amélioration assurant un service supplémentaire pour les récepteurs AT-DMB uniquement. Afin d'améliorer la capacité de correction d'erreur de canal dans la couche d'amélioration, on utilise un turbo code au lieu du code convolutif qui est utilisé pour les récepteurs T-DMB. Cinq rapports de constellation (1,5, 2,0, 2,5, 3,0 et ∞) sont ajoutés afin d'ajuster la qualité de la réception et les zones de couverture des services AT-DMB et T-DMB grâce à un contrôle des capacités de correction d'erreur dans les couches de base et d'amélioration. La Fig. A1-2 illustre l'architecture théorique du système de transmission pour la radiodiffusion AT-DMB.

FIGURE A1-2
Architecture théorique du système de transmission pour la radiodiffusion AT-DMB
DAB (ETSI EN 300 401)



Bibliographie

Références normatives

- [1] Recommandation UIT-R [BS.1114](#) – *Système A – Systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans la gamme de fréquences 30-3 000 MHz.*
- [2] ETSI EN 300 401 – *Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers.*
- [3] TTA, TTAK.KO-07.0070/R2 – *Specification of the Advanced Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting (AT-DMB) to mobile, portable, and fixed receivers, 2011.*

Références informatives

- [4] ETSI TR 101 497 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Rules of Operation for the Multimedia Object Transfer Protocol.*
- [5] ETSI TS 101 759 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – Transparent Data Channel (TDC).*
- [6] ETSI ES 201 735 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Internet Protocol (IP) Datagram Tunnelling.*
- [7] ETSI TS 101 499 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); MOT Slide Show; User Application Specification.*
- [8] ETSI TS 101 498-1 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Broadcast Website; Part 1: User Application Specification.*
- [9] ETSI TS 101 498-2 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Broadcast Website; Part 2: Basic Profile Specification.*
- [10] ETSI EN 301 234 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Multimedia Object Transfer (MOT) Protocol.*
- [11] ETSI TS 102 371 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Transportation and Binary Encoding Specification for DAB Electronic Programme Guide (EPG).*
- [12] ETSI TS 102 818 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); XML Specification for DAB Electronic Programme Guide (EPG).*
- [13] ETSI TS 102 427 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – MPEG-2 TS Streaming.*
- [14] ETSI TS 102 428 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User Application Specification.*
- [15] Rapport UIT-R BT.2049-3 – *Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données sur récepteurs mobiles.*
- [16] TTA, TTAK.KO-07.0071 – *Advanced Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting (AT-DMB) Scalable Video Service.*

Pièce jointe 2 à l'Annexe 1

Système multimédia F (radiodiffusion multimédia ISDB-T pour la réception mobile)

Le système multimédia F est un système de radiodiffusion multimédia ISDB-T/T_{SB} amélioré, appelé «système de radiodiffusion multimédia ISDB-T pour la réception mobile». Il utilise la technologie de transmission du système C (également appelé ISDB-T) décrit dans la Recommandation UIT-R [BT.1306](#) et du système numérique F (également appelé ISDB-T_{SB}) décrit dans la Recommandation UIT-R [BS.1114](#). Le système numérique F peut être considéré comme une variante à bande étroite du système ISDB-T. La Fig. A2-1 illustre les trois structures de base pour la radiodiffusion multimédia ISDB-T.

Tout comme le système C, le système multimédia F est doté de fonctions de transmission hiérarchique, ce qui permet d'attribuer des signaux pour la réception mobile, qui nécessite une robustesse accrue dans le même canal par comparaison avec la réception fixe. À cette fin, l'une des principales techniques consiste à utiliser des «segments MROF», associés à des porteuses MROF et correspondant à 1/13 de canal. Un ou plusieurs segments constituent un groupe de segments. Les paramètres de transmission du système de modulation des porteuses MROF, les rendements de codage du code de correction d'erreur interne ainsi que la longueur de l'entrelacement temporel, peuvent être indiqués de manière indépendante pour chaque groupe de segments. Un groupe de segments constitue l'unité de base pour la fourniture des services de radiodiffusion, de sorte que les paramètres de transmission des segments sont identiques à l'intérieur du groupe.

Pour la radiodiffusion ISDB-T et ISDB-T_{SB}, le segment central est un segment spécial adapté à l'établissement d'un groupe de segments ne comportant qu'un seul segment. Lorsque seul le segment central forme un groupe de segments, le segment peut être reçu de manière indépendante.

Pour le système multimédia F, le nombre de segments peut être choisi en fonction de l'application et de la largeur de bande disponible. Le spectre est formé par la combinaison de blocs de 1 segment, de 3 segments et/ou de 13 segments sans bande de garde. La Fig. A2-2 illustre des exemples de combinaisons de blocs de segments. Un récepteur peut démoduler partiellement les blocs de 1, 3 ou 13 segments, de sorte que les ressources matérielles et logicielles des récepteurs ISDB-T ou ISDB-T_{SB} peuvent être utilisées pour concevoir des récepteurs de radiodiffusion multimédia ISDB-T pour la réception mobile.

FIGURE A2-1

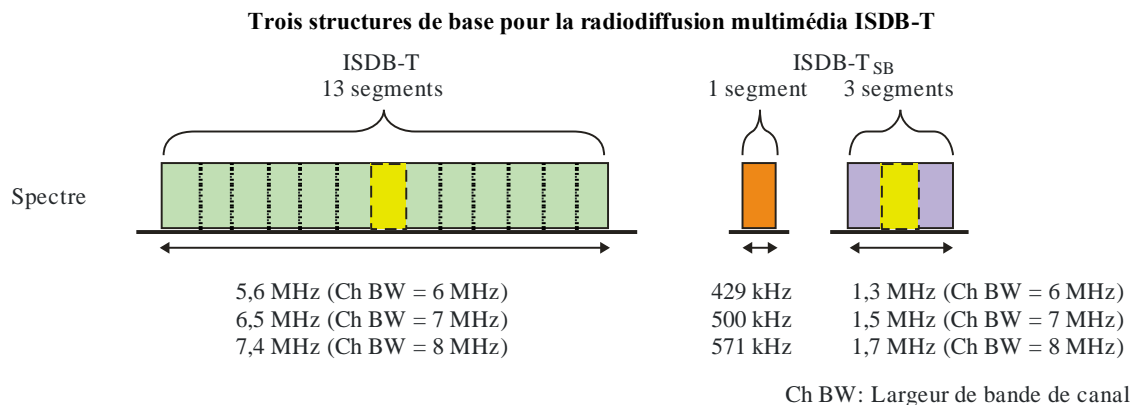
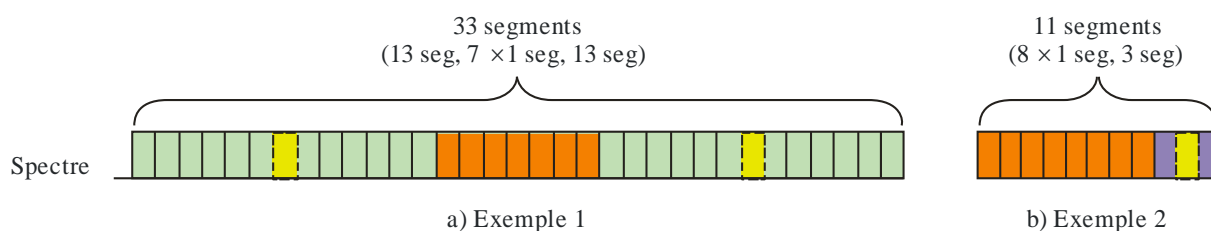


FIGURE A2-2

Exemples de combinaisons de blocs de segments pour la radiodiffusion multimédia ISDB-T



BT2016-A2-02

Bibliographie

- [1] Recommandation UIT-R [BS.1114](#) – *Systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans la gamme de fréquences 30-3 000 MHz.*
- [2] Recommandation UIT-R [BT.1306](#) – *Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre.*
- [3] ARIB STD-B46 – *Transmission system for terrestrial mobile multimedia broadcasting based on connected segments transmission, Association of Radio Industries and Businesses.*

Pièce jointe 3 à l'Annexe 1

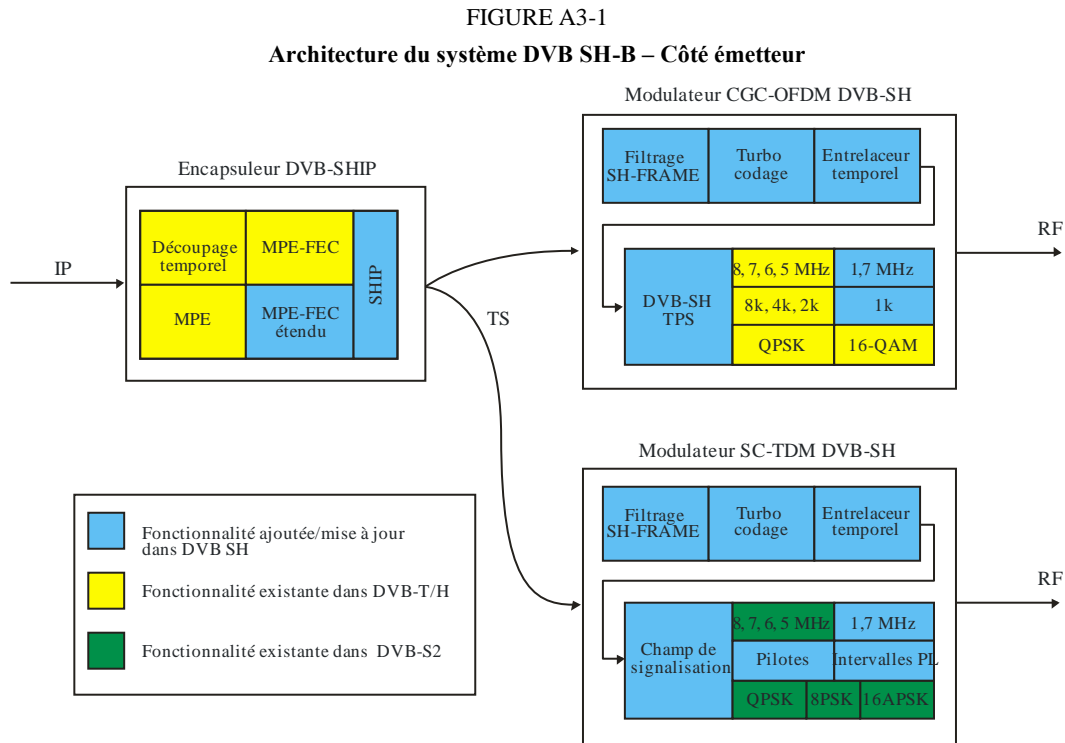
Système multimédia I (DVB-SH)

Le système multimédia «I» est un système de radiodiffusion de bout en bout destiné à fournir n'importe quel type de contenu et de service numérique au moyen de mécanismes IP, qui sont optimisés pour les dispositifs présentant des limitations en ce qui concerne les ressources de calcul et les batteries. Il comprend un trajet de radiodiffusion unidirectionnel qui peut être associé à un trajet d'interactivité (2G/3G/4G) cellulaire mobile bidirectionnel. La composante de Terre du système multimédia «I» (CGC) peut être associée ou intégrée avec une composante satellite (SC), comme illustré sur la Fig. A3-1. Les spécifications du système peuvent être subdivisées comme suit:

- description générale du système de bout en bout;
- interfaces radioélectriques du système DVB-SH;
- fourniture de services IP sur la couche service du système DVB-SH;
- codecs et formats des contenus pour la fourniture de services IP.

Le système DVB-SH est une version améliorée du système DVB-H, lequel repose sur la norme de radiodiffusion numérique DVB-T largement acceptée pour la réception de radiodiffusion mobile. La spécification générale du système DVB-SH est la norme ETSI TS 102 585.

Le système DVB-SH utilise le turbo code 3GPP2 avec correction d'erreur directe (FEC) sur des blocs à 12 kbit/s. Il utilise en outre un entrelaceur de canaux très souple qui offre une diversité temporelle allant d'environ une centaine de millisecondes à plusieurs secondes, suivant le niveau de service visé et les capacités correspondantes (essentiellement la taille de mémoire) du type de terminal. Les interfaces radioélectriques du système DVB-SH sont indiquées dans la norme ETSI EN 302 583.



BT.2016-A3-01

Les spécifications de signalisation du système DVB-SH énoncées dans la norme ETSI TS 102 470-2 définissent l'utilisation exacte des informations PSI/SI dans le cas de la fourniture de services IP.

Pour les services vidéo, on utilise le codage H.264/AVC et pour les signaux audio, on emploie les codecs HE AAC v2 et les formats de données utiles RTP. Plusieurs types de données sont pris en charge, par exemple les données binaires, le texte et les images fixes.

Le protocole RTP est le protocole de l'IETF utilisé pour les services de diffusion en continu. La fourniture de tout type de fichier dans un système de fourniture de services IP est prise en charge par le protocole FLUTE de l'IETF.

Un guide électronique des services a été défini pour permettre la découverte rapide et la sélection de services destinés à l'utilisateur final.

Des mécanismes polyvalents de protection et d'achat de services ont été définis pour des récepteurs portatifs destinés à la radiodiffusion seulement et avec une capacité d'interaction.

Des mécanismes ont été définis pour la mobilité sur les réseaux DVB-SH et entre des réseaux DVB-H et DVB-SH.

La norme ETSI TS 102 584 contient des lignes directrices relatives à la mise en œuvre du système DVB-SH ainsi que de nombreux résultats d'expériences menées en laboratoire ou sur le terrain.

Bibliographie

Description générale du système de bout en bout

- ETSI TS 102 585 – *Digital video broadcasting (DVB); System specifications for satellite services to handheld devices (SH) below 3 GHz.*

Interface radioélectrique

- ETSI EN 302 583 – *Digital video broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for satellite services to handheld devices (SH) below 3 GHz.*

Couche liaison

- ETSI EN 301 192 – *Digital video broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting.*
- ETSI TS 102 772 – *Digital video broadcasting (DVB); Specification of multi-protocol encapsulation – inter-burst forward error correction (MPE-IFEC).*

Signalisation au niveau du système

- ETSI TS 102 470-2 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-SH: Programme specific information (PSI)/(Service Information (SI).*

Couche service de diffusion de données IP

Le guide électronique des services est présenté dans les documents suivants:

- ETSI TS 102 471 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic service Guide (ESG).*
- ETSI TS 102 592-2 – *IP Datacast over DVB-SH: Electronic service Guide (ESG) implementation Guidelines.*

Les protocoles de fourniture de contenus sont présentés dans les documents suivants:

- ETSI TS 102 472 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Content delivery protocols.*
- ETSI TS 102 591-2 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast: Content delivery protocols implementation Guidelines; Part 2: IP Datacast over DVB-SH.*

Les mécanismes de protection et d'achat de services sont décrits dans le document suivant:

- ETSI TS 102 474 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Service purchase and protection.*

Les mécanismes de mobilité sont décrits dans le document suivant:

- ETSI TS 102 611-2 – *IP Datacast over DVB-SH: Implementation Guidelines for mobility.*

Codecs et formats de diffusion de données IP

- ETSI TS 102 005 – *Digital video broadcasting (DVB); Specification for the use of video and audio coding in DVB services delivered directly over IP.*

Lignes directrices pour le déploiement du système DVB-SH

- ETSI TS 102 584 – *Digital video broadcasting (DVB); DVB-SH Implementation Guidelines.*

Spécifications BCAST 1.1 de l'OMA

BCAST de l'OMA est un ensemble de spécifications de couche service, applicables à divers supports de radiodiffusion, y compris les supports de radiodiffusion DVB-SH.

- «BCAST Distribution system adaptation – IPDC over DVB-SH», open mobile alliance, Version 1.1.

Pièce jointe 4 à l'Annexe 1

Systeme multimedia H (DVB-H)

Le système DVB-H est un système de transmission utilisé pour la radiodiffusion multimedia au moyen de datagrammes, IP ou autres. Ces datagrammes peuvent contenir des données relatives aux services multimedias, aux services de téléchargement de fichier ou à d'autres services non mentionnés ici.

L'objectif du système DVB-H est de permettre d'acheminer efficacement des données multimedias sur des reseaux de radiodiffusion numerique de Terre à destination de terminaux portatifs. L'efficacité est considérée comme étant liée principalement aux contraintes en termes d'alimentation électrique et aux conditions de transmission variables afférentes à la mobilité.

Les spécifications de base du système DVB-H (Recommandations UIT-R [BT.1306](#) et UIT-R [BT.1833](#), Rapport UIT-R [BT.2049](#) et norme ETSI EN 302 304) portent sur:

- la couche physique;
- la couche liaison;
- les informations de service.

Des recommandations relatives à la synchronisation des reseaux monofréquence dans le cadre du système DVB-H sont également fournies.

Des informations et recommandations complémentaires concernant la manière d'utiliser et de choisir les paramètres appropriés du système DVB-H sont fournies dans les documents énumérés dans la bibliographie.

Le système DVB-H utilise les éléments techniques suivants pour la couche liaison et la couche physique:

- Couche liaison:
 - i) découpage temporel visant à réduire la consommation moyenne d'énergie du terminal et à permettre un transfert progressif et transparent;
 - ii) correction d'erreur directe pour les données à encapsulation multiprotocole (MPE-FEC) en vue d'améliorer le rapport C/N et l'efficacité Doppler dans les canaux mobiles, et de renforcer ainsi la tolérance au brouillage impulsif.
- Couche physique:

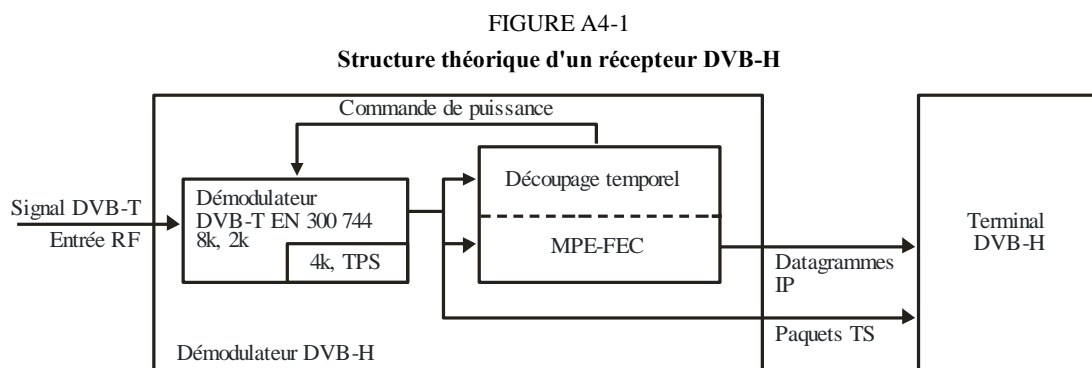
DVB-T (voir la norme EN 300 744) avec les éléments techniques suivants destinés spécifiquement au système DVB-H:

 - i) signalisation DVB-H dans les bits TPS afin d'améliorer et d'accélérer la découverte de service. L'identificateur de cellule est également acheminé dans les bits TPS afin d'accélérer le balayage du signal et le transfert sur les récepteurs mobiles;
 - ii) mode 4k visant à offrir un compromis entre la mobilité et la taille des cellules des reseaux SFN, permettant une réception à très haut débit sur une seule antenne dans des reseaux SFN de taille moyenne, et offrant ainsi une plus grande souplesse dans la conception des reseaux;
 - iii) entrelaceur de symboles en profondeur pour les modes 2k et 4k afin d'améliorer leur robustesse dans un environnement mobile et en présence de bruit impulsif.

Il convient de mentionner que les éléments techniques de découpage temporel et MPE-FEC étant mis en œuvre dans la couche liaison, ils n'ont, ni l'un ni l'autre, d'incidence sur la couche physique DVB-T. Il est également important de noter que les données utiles du système DVB-H sont des datagrammes IP ou d'autres datagrammes de couche réseau encapsulés dans des sections MPE.

La structure théorique d'un récepteur DVB-H est illustrée dans la Fig. A4-1. Elle comporte un démodulateur DVB-H et un terminal DVB-H. Le démodulateur DVB-H comporte un démodulateur DVB-T, un module de découpage temporel et un module MPE-FEC.

- Le démodulateur DVB-T récupère les paquets de flux de transport MPEG-2 à partir du signal RF DVB-T reçu (voir la norme EN 300 744). Il offre trois modes de transmission, 8K, 4K et 2K, avec la signalisation des paramètres d'émetteur (TPS) correspondante. Il est à noter que le mode 4K, les entrelaceurs en profondeur et la signalisation DVB-H ont été définis lors de l'élaboration de la norme DVB-H.
- Le module de découpage temporel, défini par la norme DVB-H, vise à réduire la consommation d'énergie du récepteur tout en permettant un transfert progressif et transparent.
- Le module MPE-FEC, défini par la norme DVB-H, offre, lors de la transmission dans la couche physique, une correction d'erreur directe complémentaire permettant au récepteur de faire face aux situations de réception particulièrement difficiles.

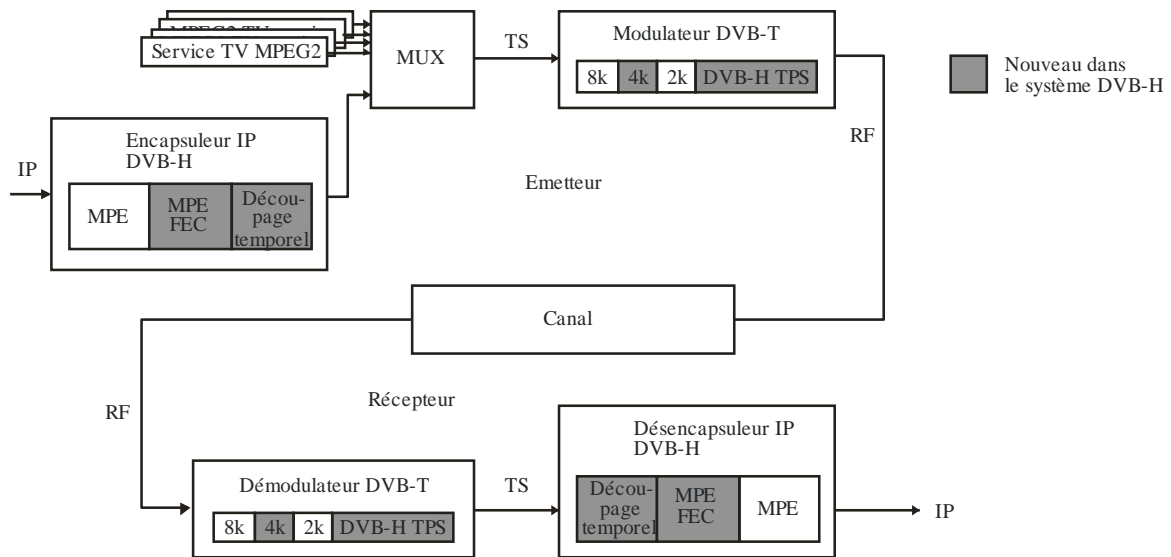


BT.2016-A4-01

Un exemple d'utilisation du système DVB-H pour la transmission de services IP est donné dans la Fig. A4-2. Dans cet exemple, des services MPEG-2 classiques et des «services DVB-H» découpés dans le temps sont acheminés ensemble sur le même multiplex. Le terminal portable décode/utilise uniquement les services IP.

FIGURE A4-2

**Description schématique de l'utilisation d'un système DVB-H
(partage d'un MUX avec des services MPEG2)**



BT.2016-A4-02

Découpage temporel

L'objectif du découpage temporel est de réduire la consommation moyenne d'énergie du terminal et de permettre un transfert progressif et transparent. Le découpage temporel consiste à envoyer des données par salves en utilisant un débit binaire instantané nettement plus élevé que le débit binaire qui est nécessaire lorsque les données sont transmises à l'aide des mécanismes classiques de transmission en continu.

Pour indiquer au récepteur quand la salve suivante doit arriver, l'intervalle de temps (Δt) jusqu'au début de la salve suivante est indiqué à l'intérieur de la salve. Entre deux salves, aucune donnée du flux élémentaire n'est transmise, ce qui permet à d'autres flux élémentaires d'utiliser la largeur de bande attribuée. Le découpage temporel permet à un récepteur de ne rester actif que pendant une fraction du temps, lorsqu'il reçoit les salves d'un service demandé. Il est à noter que l'émetteur est constamment en marche (autrement dit le flux de transport est transmis sans interruption).

Le découpage temporel permet également d'utiliser le récepteur pour surveiller les cellules voisines pendant les périodes d'arrêt (entre deux salves). La commutation de réception du flux de transport pendant une période d'arrêt permet de prendre une décision de transfert quasi optimale et d'assurer un transfert transparent.

MPE-FEC

L'objectif du module MPE-FEC est d'améliorer le rapport C/N et l'efficacité Doppler dans les canaux mobiles et de renforcer la tolérance au brouillage impulsif.

Pour cela, un niveau supplémentaire de correction d'erreur est ajouté dans la couche MPE. L'ajout d'informations de parité calculées à partir des datagrammes et l'envoi de ces données de parité dans des sections MPE-FEC distinctes permettent d'obtenir des datagrammes exempts d'erreur après le décodage MPE-FEC malgré des conditions de réception très mauvaises. L'utilisation de la correction MPE-FEC est facultative.

Avec la correction MPE-FEC, une partie adaptable de la capacité de transmission est attribuée aux données de parité. Pour un ensemble donné de paramètres de transmission avec 25% de données de parité, la correction MPE-FEC pourra nécessiter à peu près le même rapport C/N qu'un récepteur avec diversité d'antenne.

Pour compenser entièrement les données utilisées pour la correction MPE-FEC, on choisit un rendement de code de transmission légèrement plus faible, la performance restant nettement meilleure qu'avec le système DVB-T (sans MPE-FEC) pour le même débit. Cette correction MPE-FEC devrait permettre une réception DVB-T à haut débit sur une seule antenne de signaux 8K/MAQ-16 voire 8K/MAQ-64. De plus, la correction MPE-FEC offre une bonne immunité au brouillage impulsif.

Telle qu'elle est normalisée, la correction MPE-FEC fonctionne de manière telle que les récepteurs ignorant la correction MPE-FEC (mais ayant la capacité MPE) pourront recevoir le flux de données de manière entièrement rétrocompatible, à condition qu'ils ne rejettent pas le type de flux utilisé.

Mode 4K et entrelaceurs en profondeur

L'objectif du mode 4K est d'améliorer la souplesse de planification du réseau grâce à un compromis entre mobilité et taille de réseau SFN. Pour améliorer davantage la robustesse des modes DVB-T 2K et 4K dans un environnement mobile et en présence de bruit impulsif à la réception, un entrelaceur de symboles en profondeur est également normalisé.

Le mode de transmission 4K supplémentaire s'intercale entre les modes de transmission 2K et 8K. Il vise à offrir un compromis supplémentaire entre la taille de cellule de réseau monofréquence (SFN) et les capacités de réception mobile, en offrant un degré supplémentaire de souplesse pour la planification du réseau.

Les conditions du compromis peuvent s'exprimer comme suit:

- Le mode DVB-T 8K peut être utilisé pour le fonctionnement d'un seul émetteur et pour des réseaux SFN de petite, moyenne ou grande taille. Il est caractérisé par une tolérance Doppler permettant une réception haut débit.
- Le mode DVB-T 4K peut être utilisé pour le fonctionnement d'un seul émetteur et pour des réseaux SFN de petite ou moyenne taille. Il est caractérisé par une tolérance Doppler permettant une réception très haut débit.
- Le mode DVB-T 2K peut être utilisé pour le fonctionnement d'un seul émetteur et pour des réseaux SFN de petite taille avec des distances à l'émetteur limitées. Il est caractérisé par une tolérance Doppler permettant une réception ultra haut débit.

Pour les modes 2K et 4K, les entrelaceurs en profondeur augmentent l'adaptabilité de l'entrelacement des symboles, en découplant le choix de l'entrelaceur interne et le choix du mode de transmission utilisé. Cette adaptabilité permet à un signal 2K ou 4K de tirer parti de la mémoire de l'entrelaceur de symboles 8K pour quadrupler (pour 2K) ou doubler (pour 4K) la profondeur de l'entrelaceur de symboles afin d'améliorer la réception en présence d'évanouissements. Elle offre également un niveau supplémentaire de protection contre les brèves impulsions de bruit dues, par exemple, au brouillage causé par l'allumage des moteurs et au brouillage causé par divers appareils électriques.

Les entrelaceurs 4K et en profondeur ont une incidence sur la couche physique, mais leur mise en œuvre ne nécessite pas beaucoup plus d'équipements (à savoir portes logiques et mémoire) que la version 1.4.1 de la norme DVB-T, que ce soit pour les émetteurs ou pour les récepteurs. Un démodulateur mobile type incorpore déjà la mémoire RAM et les éléments logiques nécessaires pour la gestion de signaux 8K, qui vont au-delà de ce qui est nécessaire pour le fonctionnement 4K.

Le spectre d'émission pour le mode 4K est analogue à ceux pour les modes 2K et 8K, de sorte qu'aucune modification des filtres de l'émetteur n'est envisagée.

Signalisation DVB-H

L'objectif de la signalisation DVB-H est d'offrir une signalisation robuste et facile d'accès aux récepteurs DVB-H, permettant ainsi d'améliorer et d'accélérer la découverte de service.

La signalisation TPS constitue un canal de signalisation très robuste permettant un verrouillage TPS dans un démodulateur avec de très faibles valeurs du rapport C/N. Elle permet également d'accéder plus rapidement à la signalisation que ne le permettent la démodulation et le décodage de l'information de service (SI) ou de l'en-tête de section MPE.

Le système DVB-H utilise deux bits TPS pour indiquer la présence du découpage temporel et de la correction MPE-FEC facultative. En outre, la signalisation du mode 4K et l'utilisation d'entrelaceurs de symboles en profondeur sont également normalisées.

Bibliographie

- [1] ETSI EN 300 744 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. (DVB-T).*
- [2] ETSI EN 300 468 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems. (DVB-SI).*
- [3] ETSI EN 301 192 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting. (DVB-DATA).*
- [4] ETSI TS 101 191 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization.*
- [5] ETSI TS 102 468 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Set of Specifications for Phase 1.*
- [6] ETSI TR 102 473 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Use Cases and Services.*
- [7] ETSI TR 102 469 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Architecture.*
- [8] ETSI TS 102 470-1 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Programme Specific Information (PSI)/(Service Information (SI)).*
- [9] ETSI TS 102 471-1 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG).*
- [10] ETSI TS 102 472 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols.*
- [11] ETSI TS 102 474 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Service Purchase and Protection.*
- [12] ETSI TS 102 005 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of video and audio coding in DVB services delivered directly over IP.*
- [13] ETSI TR 102 377 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation guidelines.*
- [14] ETSI TR 102 401 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to handheld terminals (DVB-H); Validation task force report.*

Pièce jointe 5 à l'Annexe 1

Système multimédia T2 (profil T2-Lite du système DVB-T2)

La référence [3] définit les paramètres du profil T2-Lite (du système DVB-T2) utilisé pour la réception sur terminaux portatifs de signaux de radiodiffusion multimédias. Ce profil est conçu pour pouvoir réaliser des récepteurs plus simples pour des applications à très faible capacité telles que la radiodiffusion sur mobile, même si la réception peut aussi se faire sur des récepteurs fixes classiques. Le profil T2-Lite utilise un sous-ensemble limité des modes de la spécification T2 et, en évitant les modes exigeant le plus de complexité et de mémoire, permet d'utiliser des récepteurs beaucoup plus performants. Les limitations imposées pour le profil T2-Lite sont décrites dans la référence [3]. Un signal T2-Lite est identifié au moyen d'une signalisation appropriée.

Le signal T2-Lite peut être multiplexé avec un signal T2 de base (et/ou avec d'autres signaux), chaque signal étant transmis dans les parties FEF (trame d'extension future) de l'autre. Ainsi, un signal RF complet peut par exemple être constitué d'un signal T2 de base TFR 32K à modulation MAQ-256 acheminant des services de TVHD pour des récepteurs fixes, et d'un signal T2-Lite TFR 8K à modulation MDP-4 destiné à des récepteurs mobiles situés dans le même réseau.

Bibliographie

- [1] Recommandation UIT-R [BT.1877](#) – *Méthodes de correction d'erreurs, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la deuxième génération de systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre.*
- [2] Rapport UIT-R [BT.2254](#) – *Frequency and network planning aspects of DVB-T2.*
- [3] ETSI EN 302 755 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).*
- [4] ETSI TR 102 831 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).*

Pièce jointe 6 à l'Annexe 1

Système multimédia R (RAVIS)

Le système de radiodiffusion multimédia et sonore numérique de Terre RAVIS (système d'informations audiovisuelles en temps réel) est conçu pour la radiodiffusion de Terre dans les bandes d'ondes métriques I et II. La gamme de fréquences utilisée par le système RAVIS permet de déployer la radiodiffusion au niveau local. Dans le même temps, l'émetteur a un rayon de couverture suffisamment grand pour assurer la réception dans les zones reculées.

Le système RAVIS est conçu pour fournir des services de radiodiffusion de multiples programmes sonores de haute qualité, de signaux vidéo avec plusieurs canaux son d'accompagnement et d'autres données (qui peuvent être associées ou non aux programmes sonores et vidéo). Ces services devraient être fournis dans diverses conditions, y compris pour la conduite dans les zones urbaines denses et

dans les zones boisées, montagneuses et maritimes. Autrement dit, une réception fiable doit être assurée pour les récepteurs en mouvement qui ne sont pas en visibilité directe des antennes d'émission et en l'absence de propagation de signaux par trajets multiples.

Le système RAVIS permet d'utiliser plusieurs niveaux de modulation MAQ et plusieurs rendements de codage de canal dans le canal de service principal, afin de parvenir à un équilibre optimal entre le débit binaire et la fiabilité (protection contre les brouillages).

Le système dispose de trois canaux logiques de transmission de données. Le canal de service principal (MSC) est conçu pour la transmission de données vidéo et audio. Le débit binaire maximal dans ce canal logique est d'environ 900 kbit/s. Le canal à faible débit binaire (LBC) est conçu pour la transmission d'informations avec une meilleure fiabilité. Le débit binaire est d'environ 12 kbit/s. Le canal de données fiable (RDC) est conçu pour les données auxiliaires avec une fiabilité élevée. Le débit binaire est d'environ 5 kbit/s. Les canaux LBC et RDC offrent une meilleure protection contre les brouillages, et donc une couverture plus large et une meilleure stabilité pour la réception que le canal MSC. Ces canaux fiables peuvent être utilisés, par exemple, pour l'alerte en cas d'urgence, etc.

Bibliographie

- [1] Recommandation UIT-R [BS.1114](#) – *Systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans la gamme de fréquences 30-3 000 MHz.*
- [2] Rapport UIT-R [BT.2049](#) – *Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données sur récepteurs mobiles.*
- [3] Rapport UIT-R [BS.2214](#) – *Paramètres de planification pour les systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre dans les bandes d'ondes métriques.*
- [4] Manuel de l'UIT-R – *Manuel sur la mise en œuvre des réseaux et systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (2016).*
- [5] GOST R 54309–2011 – *Système d'informations audiovisuelles en temps réel (RAVIS). Processus de formation de la structure de trame, du codage et de la modulation des canaux pour le système de radiodiffusion numérique de Terre à bande étroite dans la bande des ondes métriques. Spécifications techniques (en russe).*

Pièce jointe 7 à l'Annexe 1

Système multimédia S (ATSC 3.0)

La couche physique ATSC 3.0 permet aux radiodiffuseurs d'émettre, au niveau d'une ou de plusieurs configurations d'exploitation, depuis de très nombreux paramètres de couche physique différents, afin d'offrir des qualités de fonctionnement personnalisées qui peuvent répondre aux besoins de nombreux radiodiffuseurs différents. Il est possible d'avoir des modes de capacité élevée/robustesse basse et de capacité basse/robustesse élevée dans la même émission. Des technologies peuvent être choisies pour des cas d'utilisation comme les réseaux monofréquence, l'exploitation d'un canal MIMO (entrées multiples, sorties multiples) ou encore le regroupement de canaux, pour ne citer que ces exemples. Il existe un grand choix possible concernant la robustesse, avec notamment un large éventail de longueurs d'intervalle de garde, de longueurs de code de correction d'erreur directe et de rendements de codage.

La couche physique ATSC 3.0 repose sur la modulation MROF avec une suite de codes LDPC FEC, dont deux longueurs de code et 12 rendements de codage définis. Il existe trois modes de base de multiplexage: le multiplexage par répartition dans le temps (TDM), le multiplexage par répartition en couches (LDM) et le multiplexage par répartition de la fréquence (MRF), ainsi que trois modes de transmission, à savoir les modes SISO (entrée unique, sortie unique), MISO (entrées multiples, sortie unique) et MIMO. La protection du signal commence par 12 longueurs d'intervalle qui peuvent être choisies pour offrir des longueurs étendues de protection contre les échos. L'estimation des canaux peut s'effectuer au moyen de 16 schémas de pilotes répartis ainsi qu'avec des schémas de pilotes continus. Trois tailles de la TFR (8K, 16K et 32K) offrent un choix de protection Doppler en fonction de la mobilité prévue du dispositif.

La souplesse importante offerte s'explique par une architecture de découverte et de signalisation du système qui permet à la couche physique de changer de technologies et d'évoluer dans le temps, tout en continuant de prendre en charge les systèmes ATSC 3.0 existants. Le mécanisme permettant d'acheminer ces renseignements est connu sous le nom de mécanisme «d'amorçage» du système ATSC 3.0 et fournit un point d'entrée universel dans une forme d'onde radiodiffusée du système ATSC 3.0. «L'amorçage» comprend également un mécanisme de signalisation d'un dispositif en mode veille pour un «réveil» en cas d'urgence ou pour une autre diffusion prioritaire. Cette architecture de découverte et de signalisation du système est décrite en détail dans la norme ATSC A/321.

La multidiffusion IP est prise en charge, au moyen du protocole de couche de liaison (ALP) ATSC 3.0, qui correspond à la couche de liaison de données dans le modèle à 7 couches OSI. Sont ainsi assurés l'encapsulation efficace des paquets IP, de signalisation de la couche de liaison et de flux de transport (TS) MPEG-2, ainsi que des mécanismes de réduction d'en-tête et d'extensibilité.

Les références [1], [2] et [3] définissent les paramètres du système ATSC 3.0 tel qu'il est utilisé pour la réception mobile et la réception portable des signaux de radiodiffusion multimédia. La réception mobile au moyen de récepteurs portables dépend du rapport signal/bruit (SNR) de fonctionnement et de la taille de la TFR. Toutes les tailles de la TFR sont possibles pour la réception mobile, mais il est recommandé d'utiliser les modes 8K-/16K-TFR pour prendre en charge des vitesses élevées pour les véhicules, par exemple plus de 300 km/h. Un dispositif de réception en diversité, qui est doté de plusieurs antennes de réception, peut améliorer la qualité de la réception mobile, même avec une taille de la TFR à 32k.

Le signal du système ATSC 3.0 peut être configuré au moyen de plusieurs conduits PLP acheminés dans des groupes de multiplexage TDM, FDM, et/ou LDM. Le multiplexage par répartition en couches (LDM) est un mécanisme de multiplexage non orthogonal fondé sur la puissance (P-NOM), qui peut associer de manière souple plusieurs services en offrant différents niveaux de qualité du service, par exemple des services robustes de TVHD mobile et des services fixes TVUHD à haut débit. Le multiplexage LDM peut également être utilisé en combinaison avec le multiplexage TDM et le multiplexage FDM, pour former les multiplexages LTDM et LFDM. Chaque conduit PLP peut prendre en charge une qualité de service différente.

Le système ATSC 3.0 comprend un certain nombre de couches qui doivent être connectées les unes aux autres en vue de constituer une mise en œuvre complète. Deux des couches qui doivent être interconnectées sont la couche transport et la couche physique. De plus, la couche physique est conçue pour être mise en œuvre partiellement au niveau du studio ou de la source de données et partiellement au niveau d'un ou de plusieurs émetteurs. Pour permettre l'interfonctionnement nécessaire des couches et des segments du système, il est nécessaire de disposer des protocoles appropriés de sorte que les équipements provenant de divers fournisseurs puissent être assemblés dans un système en service.

La référence [4] définit quatre protocoles, à savoir le protocole de transport du protocole de couche de liaison ATSC (ALPTP), le protocole de transport de liaison studio-émetteur (STLTP), le protocole de transport de source de données (DSTP) et le protocole de commande de source de données (DSCP), pour l'acheminement de données via des parties spécifiques du système, ainsi qu'un certain nombre de caractéristiques opérationnelles de la liaison studio-émetteur (STL) et de l'émetteur ou des émetteurs. Elle définit en outre un Planificateur pour gérer le fonctionnement des sous-systèmes de la couche physique et deux protocoles qui sont utilisés par le Planificateur, l'un pour recevoir des instructions de configuration de haut niveau d'un gestionnaire du système et l'autre pour fournir des renseignements de commande de débit binaire en temps réel aux sources de données qui envoient des contenus via la couche de transport à des fins d'émission par la couche physique.

Références normatives

- [1] Norme ATSC A/300:2020 – *ATSC 3.0 System (Système ATSC 3.0)*.
- [2] Norme ATSC A/321:2016 – *System Discovery and Signaling (Découverte et signalisation du système)*.
- [3] Norme ATSC A/322:2020 – *Physical Layer Protocol (Protocole de couche physique)*.
- [4] Norme ATSC A/324:2018 – *Scheduler/Studio to Transmitter Link (Liaison planificateur/studio-émetteur)*.
- [5] Recommandation UIT-R [BT.1877](#) – *Méthodes de correction d'erreurs, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour les systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre de deuxième génération*.

Références informatives

- [6] Norme ATSC A/327:2020 – *Physical Layer Recommended Practice (Pratique recommandée concernant la couche physique)*.
- [7] Rapport technique – Radiodiffusion vidéonumérique (DVB) – *Lignes directrices relatives à la mise en œuvre de la DVB-H*: ETSI TR 102 377 V1.4.1.

Pièce jointe 8 à l'Annexe 1

Système multimédia L¹

Plusieurs spécifications du Partenariat 3GPP ont été étendues ou récemment élaborées dans plusieurs versions afin de traiter les cas d'utilisation et les exigences concernant les réseaux de radiodiffusion spécialisés. La Version 16 étant désormais complète, un ensemble complet de spécifications du Partenariat 3GPP est mis à disposition pour satisfaire aux cas d'utilisation et aux exigences relatifs à un système de radiodiffusion, notamment en ce qui concerne les caractéristiques suivantes:

- Prise en charge de services en mode libre accès (FTA) et de services en mode réception uniquement (ROM) sur le réseau d'accès 3GPP.
- Réseau dédié à la radiodiffusion sonore et visuelle linéaire.
- Déploiements de réseau monofréquence (SFN) avec une distance intersites largement supérieure à la distance intersites type associée aux déploiements cellulaires classiques.
- Prise en charge de scénarios de mobilité incluant des vitesses pouvant aller jusqu'à 250 km/h pour permettre la prise en charge de récepteurs à bord de véhicules, au moyen d'antennes équidirectives extérieures.
- Prise en charge de formats communs de diffusion en continu, tels que la diffusion en flux adaptatif dynamique sur HTTP (DASH), le format commun d'application média (CMAF) et la diffusion HTTP en direct (HLS).
- Prise en charge de services IP, tels que la TVIP et la multidiffusion ABR.
- Prise en charge de différents services de fourniture de fichiers, tels que la fourniture programmée ou les carrousels de fichiers.

La référence [1] définit le système multimédia L.

Bibliographie

- [1] ETSI TS 103 720 – *5G Broadcast System for linear TV and radio services; LTE based 5G terrestrial broadcast system (Système de radiodiffusion 5G pour les services télévisuels et radiophoniques linéaires – Système de radiodiffusion 5G de Terre fondé sur la LTE).*
- [2] Rapport UIT-R [BT.2049](#) – *Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données sur récepteurs mobiles.*

¹ Ce système a été mis au point par le Partenariat 3GPP, ainsi que la proposition intitulée «5G, Release 15 and beyond – LTE+NR SRIT» (5G, Version 15 et ultérieure – Technologies LTE+NR SRIT) faisant l'objet de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R M.2150-1, intitulée «Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de Terre des télécommunications mobiles internationales 2020 (IMT-2020)», et a été normalisé par l'ETSI sous la référence TS 103 720 (Système de radiodiffusion 5G pour les services télévisuels et radiophoniques linéaires – Système de radiodiffusion 5G de Terre fondé sur la LTE).

Pièce jointe 9 à l'Annexe 1

Systeme multimedia N

Le système N (5G NR MBS (Services de multidiffusion/radiodiffusion) évoluera vers une technique de radiodiffusion universelle souple qui sera applicable à tous les écrans. Ce système:

- permet d'effectuer avec la souplesse voulue une commutation dynamique et fluide entre les services de monodiffusion et les services de radiodiffusion/multidiffusion;
- assure des capacités de service souples, une excellente interaction bidirectionnelle, une diffusion personnalisée et précise des services de radiodiffusion et de multidiffusion en fonction de l'emplacement, et est adapté en vue de l'extension de nouveaux services de radiodiffusion multimedia, tels que les services de sécurité publique et les services de communication d'urgence;
- est largement adapté à différents types de terminaux 5G à usage général et a bénéficié d'un large soutien de grands fabricants du secteur à l'échelle mondiale;
- couvre en permanence et en profondeur divers scénarios complexes, au moyen d'un réseau mixte coordonné reposant sur des stations de base cellulaires 5G et des pylônes de télévision existants;
- prend en charge la réception de signaux unidiffusés et de signaux radiodiffusés.

La référence [1] définit le système multimedia N.

Bibliographie

- [1] Rapport UIT-R [BT.2049](#) – *Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile.*
 - [2] QB-1018-2022 – *Technical specification for 5G NR broadcast access network (Spécification technique pour le réseau d'accès de radiodiffusion 5G NR).*
 - [3] QB-1019-2022 – *Technical specification for 5G NR broadcast core network (Spécification technique pour le réseau central de radiodiffusion 5G NR).*
 - [4] QB-1013-2022 – *Test specification for 5G NR broadcast access network (Spécification technique pour le réseau d'accès de radiodiffusion 5G NR).*
 - [5] QB-1016-2022 – *Test specification for 5G NR broadcast core network (Spécification technique pour le réseau central de radiodiffusion 5G NR).*
-