

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1306-4
(09/2009)

**Méthodes de correction d'erreur, de mise en
trame des données, de modulation et
d'émission pour la radiodiffusion
télévisuelle numérique par voie
hertziennne de Terre**

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 l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

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

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2010

© UIT 2010

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.1306-4

**Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données,
de modulation et d'émission pour la radiodiffusion télévisuelle
numérique par voie hertzienne de Terre**

(Question UIT-R 31/6)

(1997-2000-2005-2006-2009)

Domaine de compétence

La présente Recommandation définit des méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que certaines administrations mettent en œuvre la radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre (DTTB, *digital terrestrial television broadcasting*) dans les bandes des ondes métriques et décimétriques depuis 1997;
- b) que la DTTB doit pouvoir s'insérer dans les canaux existants à 6, 7 et 8 MHz prévus pour la diffusion de la télévision analogique;
- c) qu'il peut être souhaitable d'assurer la transmission simultanée d'une hiérarchie de niveaux de qualité imbriqués (couvrant la télévision à haute définition (TVHD), la télévision à définition améliorée (TVDA) et la télévision à définition normale (TVDN)) sur un seul canal;
- d) qu'il peut être nécessaire pour les systèmes de DTTB de coexister avec les systèmes de télévision analogique existants pendant une période temporaire;
- e) qu'il existe dans les bandes des ondes métriques et décimétriques de nombreux types de brouillage, notamment du bruit dans le même canal ou dans un canal adjacent, des parasites d'allumage et diverses distorsions des signaux dues à la propagation par trajets multiples et à d'autres phénomènes;
- f) qu'une similitude avec les autres supports tels le câble et le satellite pourrait être intéressante au niveau du codage externe;
- g) qu'il est nécessaire que la synchronisation de trame ne soit pas perturbée dans les canaux sujets à des erreurs de transmission;
- h) qu'il est souhaitable que la structure de trame soit adaptée aux canaux ayant différents débits binaires;
- j) que les méthodes de modulation monoporteuse ou multiporteuses peuvent être introduites;
- k) qu'il est souhaitable d'avoir une similitude maximale de caractéristiques entre les systèmes;
- l) qu'il est souhaitable d'avoir une similitude maximale entre les émissions de télévision numérique par voie hertzienne de Terre qui devront coexister avec les émissions de télévision analogiques existantes et celles qui ne le devront pas;

m) que compte tenu de l'évolution rapide des technologies numériques, les systèmes de télévision numérique par voie hertzienne de Terre proposés à différentes époques, offrent de nouvelles perspectives intéressantes et de nouvelles possibilités intéressantes en matière de services;

n) que le choix d'un type de modulation doit s'appuyer sur des conditions spécifiques comme par exemple la ressource en fréquences, la politique appliquée, les exigences de couverture, la structure des réseaux existants, les conditions de réception, le type de service, le coût pour le consommateur et le radiodiffuseur,

recommande

1 aux administrations souhaitant mettre en place la DTTB d'utiliser l'une des familles de techniques de correction d'erreur, de mise en trame, de modulation et de diffusion décrites dans l'Annexe 1.

Annexe 1

Le Tableau 1a) contient des données concernant les systèmes monoporteuse, le Tableau 1b) des données concernant les systèmes multiporteuses et le Tableau 1c) des données concernant les systèmes multiporteuses à segmentation de la bande RF. Les spécifications pour les systèmes A, B et C se trouvent dans les Appendices 1, 2 et 3.

L'Appendice 4 contient des directives pour le choix entre les systèmes A, B et C.

TABLEAU 1

Caractéristiques des systèmes de transmission DTTB

a) Systèmes monoporteuse

	Paramètres	6 MHz	7 MHz	8 MHz
1	Largeur de bande utilisée	5,38 MHz (-3 dB)	6,00 MHz (-3 dB)	7,00 MHz (-3 dB)
2	Nombre de porteuses émises	1	1	1
3	Méthode de modulation	8-BLR	8-BLR	8-BLR
4	Fonction de mise en forme du spectre	Flanc de coupure en racine de cosinus surélevé $R = 5,8\%$	Flanc de coupure en racine de cosinus surélevé $R = 8,3\%$	Flanc de coupure en racine de cosinus surélevé $R = 7,1\%$
5	Taux d'occupation des canaux	Voir la Rec. UIT-R BT.1206	–	–
6	Durée active d'un symbole	92,9 ns	83,3 ns	71,4 ns
7	Durée totale d'un symbole ou d'un segment	77,3 μ s (segment)	69,3 μ s (segment)	59,4 μ s (segment)

TABLEAU 1 (suite)

a) Systèmes monoporteuse (fin)

	Paramètres	6 MHz	7 MHz	8 MHz
8	Durée de transmission d'une trame	48,4 ms	43,4 ms	37,2 ms
9	Egalisation de canal			
10	Entrelacement interne	12 (Flux codés indépendamment, entrelacés dans le temps)	24 (Flux codés indépendamment, entrelacés dans le temps)	28 (Flux codés indépendamment, entrelacés dans le temps)
	Canal interne	En treillis avec $R = 2/3$, en treillis concaténé avec $R = 1/2$ ou $1/4$	En treillis avec $R = 2/3$, en treillis concaténé avec $R = 1/2$ ou $1/4$	En treillis avec $R = 2/3$, en treillis concaténé avec $R = 1/2$ ou $1/4$
11	Code Reed-Solomon (RS) de canal externe	RS (207,187, $T = 10$), RS concaténé (184,164, $T = 10$)	RS (207,187, $T = 10$), RS concaténé (184,164, $T = 10$)	RS (207,187, $T = 10$), RS concaténé (184,164, $T = 10$)
12	Entrelacement externe	Séquence convolutive de 52 segments avec entrelacement d'octets, concaténation de 46 segments avec entrelacement d'octets	Séquence convolutive de 52 segments avec entrelacement d'octets, concaténation de 46 segments avec entrelacement d'octets	Séquence convolutive de 52 segments avec entrelacement d'octets, concaténation de 46 segments avec entrelacement d'octets
13	Randomisation des données/dispersion d'énergie	SBPA à 16 bits	SBPA à 16 bits	SBPA à 16 bits
14	Synchronisation temporelle/ fréquentielle	Synchronisation des segments, porteuse pilote	Synchronisation des segments, porteuse pilote	Synchronisation des segments, porteuse pilote
15	Synchronisation des trames	Oui	Oui	Oui
16	Egalisation des données	Synchronisation de trame, PN.511 et $3 \times$ PN.63	Synchronisation de trame, PN.511 et $3 \times$ PN.63	Synchronisation de trame, PN.511 et $3 \times$ PN.63
17	Identification du mode de transmission	Symbole du mode dans la synchronisation de trame	Symbole du mode dans la synchronisation de trame	Symbole du mode dans la synchronisation de trame
18	Débit net de données	Dépend de la modulation et du débit de codage 4,23-19,39 Mbit/s	Dépend de la modulation et du débit de codage 4,72-21,62 Mbit/s	Dépend de la modulation et du débit de codage 5,99-27,48 Mbit/s
19	Rapport C/N dans un canal à bruit blanc gaussien additif (BBGA)	Dépend du code de canal, 15,19 dB, 9,2 dB, 6,2 dB ^{(1), (2)}	Dépend du code de canal, 15,19 dB, 9,2 dB, 6,2 dB ⁽²⁾	Dépend du code de canal, 15,19 dB, 9,2 dB, 6,2 dB ⁽²⁾

TABLEAU 1 (suite)

b) Systèmes multiporteuses

	Paramètres	Multiporteuses 6 MHz (MRFO)	Multiporteuses 7 MHz (MRFO)	Multiporteuses 8 MHz (MRFO)
1	Largeur de bande utilisée	5,71 MHz	6,66 MHz	7,61 MHz
2	Nombre de porteuses émises	1 705 (mode 2k) ⁽³⁾ 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k)	1 705 (mode 2k) ⁽³⁾ 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k)	1 705 (mode 2k) ⁽³⁾ 3 409 (mode 4k) 6 817 (mode 8k)
3	Mode de modulation	Codage et modulation constants (CCM)	Codage et modulation constants (CCM)	Codage et modulation constants (CCM)
4	Méthode de modulation	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MD, MAQ-64-MD ⁽⁴⁾	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16 MD, MAQ-64-MD ⁽⁴⁾	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MD, MAQ-64-MD ⁽⁴⁾
5	Taux d'occupation des canaux		Voir la Rec. UIT-R BT.1206	Voir la Rec. UIT-R BT.1206
6	Durée active d'un symbole	298,67 µs (mode 2k) 597,33 µs (mode 4k) 1 194,67 µs (mode 8k)	256 µs (mode 2k) 512 µs (mode 4k) 1 024 µs (mode 8k)	224 µs (mode 2k) 448 µs (mode 4k) 896 µs (mode 8k)
7	Espacement des porteuses	348,21 Hz (mode 2k) 1 674,11 Hz (mode 4k) 837,05 Hz (mode 8k)	3 906 Hz (mode 2k) 1 953 Hz (mode 4k) 976 Hz (mode 8k)	4 464 Hz (mode 2k) 2 232 Hz (mode 4k) 1 116 Hz (mode 8k)
8	Durée d'un intervalle de garde	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la durée active d'un symbole 9,33, 18,67, 37,33, 74,67 µs (mode 2k) 18,67, 37,33, 74,67, 149,33 (mode 4k) 37,33, 74,67, 149,33, 298,67 µs (mode 8k)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la durée active d'un symbole 8, 16, 32, 64 µs (mode 2k) 16, 32, 64, 128 µs (mode 4k) 32, 64, 128, 256 µs (mode 8k)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la durée active d'un symbole 7, 14, 28, 56 µs (mode 2k) 14, 28, 56, 112 µs (mode 4k) 28, 56, 112, 224 µs (mode 8k)
9	Durée totale d'un symbole	308,00, 317,33, 336,00, 373,33 µs (mode 2k) 616,00, 634,67, 672,00, 746,67 µs (mode 4k) 1 232,00, 1 269,33, 1 344,00, 1 493,33 µs (mode 8k)	264; 272; 288; 320 µs (mode 2k) 528, 544, 576, 640 µs (mode 4k) 1 048; 1 088; 1 152; 1 280 µs (mode 8k)	231; 238; 252; 280 µs (mode 2k) 462, 476, 504, 560 µs (mode 4k) 924; 952; 1 008; 1 120 µs (mode 8k)
10	Durée de transmission d'une trame	68 symboles MRFO. Une super-trame est constituée de 4 trames	68 symboles MRFO. Une super-trame est constituée de 4 trames	68 symboles MRFO. Une super-trame est constituée de 4 trames
11	Code de canal interne	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage aux taux 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage aux taux 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage aux taux 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

TABLEAU 1 (suite)

b) Systèmes multiporteuses (fin)

	Paramètres	Multiporteuses 6 MHz (MRFO)	Multiporteuses 7 MHz (MRFO)	Multiporteuses 8 MHz (MRFO)
12	Entrelacement interne	Entrelacement de bits, associé à un entrelacement de symboles de base ou sophistiqué ⁽⁵⁾	Entrelacement de bits, associé à un entrelacement de symboles de base ou sophistiqué ⁽⁵⁾	Entrelacement de bits, associé à un entrelacement de symboles de base ou sophistiqué ⁽⁵⁾
13	Code Reed-Solomon (RS) de canal externe	RS (204,188, $T = 8$)	RS (204,188, $T = 8$)	RS (204,188, $T = 8$)
14	Entrelacement externe	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$
15	Randomisation des données/dispersion d'énergie	SBPA	SBPA	SBPA
16	Synchronisation temporelle/fréquentielle	Porteuses pilotes ⁽⁶⁾	Porteuses pilotes ⁽⁶⁾	Porteuses pilotes ⁽⁶⁾
17	Code RS de canal externe IP	MPE-FEC RS (255,191) ⁽⁷⁾	MPE-FEC RS (255,191) ⁽⁷⁾	MPE-FEC RS (255,191) ⁽⁷⁾
18	Réduction de la consommation d'énergie du récepteur	Découpage temporel ⁽⁸⁾	Découpage temporel ⁽⁸⁾	Découpage temporel ⁽⁸⁾
19	Signalisation des paramètres de transmission ⁽⁹⁾ (TPS, <i>transmission parameter signalling</i>)	Acheminée par les porteuses pilotes TPS	Acheminée par les porteuses pilotes TPS	Acheminée par les porteuses pilotes TPS
20	Format du flux de transport du système	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
21	Débit net de données	Dépend de la modulation, du débit de codage et de l'intervalle de garde (3,69-23,5 Mbit/s pour les modes non hiérarchiques) ⁽¹⁰⁾	Dépend de la modulation, du débit de codage et de l'intervalle de garde (4,35-27,71 Mbit/s pour les modes non hiérarchiques) ⁽¹⁰⁾	Dépend de la modulation, du débit de codage et de l'intervalle de garde (4,98-31,67 Mbit/s pour les modes non hiérarchiques) ⁽¹⁰⁾
22	Rapport C/N dans un canal à BBGA	Dépend de la modulation et du code de canal 3,1-20,1 dB ⁽¹¹⁾	Dépend de la modulation et du code de canal 3,1-20,1 dB ⁽¹¹⁾	Dépend de la modulation et du code de canal 3,1-20,1 dB ⁽¹¹⁾

TABLEAU 1 (suite)

c) Systèmes multiporteuses avec segmentation de la bande RF⁽¹²⁾

	Paramètres	Multiporteuses à 6 MHz (MRFO segmentée)	Multiporteuses à 7 MHz (MRFO segmentée)	Multiporteuses à 8 MHz (MRFO segmentée)
1	Nombre de segments (Ns)	13 ⁽¹³⁾	13 ⁽¹³⁾	13 ⁽¹³⁾
2	Largeur de bande d'un segment (Bws)	6 000/14 = 428,57 kHz	7 000/14 = 500 kHz	8 000/14 = 571,428 kHz
3	Largeur de bande utilisée (Bw)	Bw × Ns + Cs 5,575 MHz (Mode 1) 5,573 MHz (Mode 2) 5,572 MHz (Mode 3)	Bw × Ns + Cs 6,504 MHz (Mode 1) 6,502 MHz (Mode 2) 6,501 MHz (Mode 3)	Bw × Ns + Cs 7,434 MHz (Mode 1) 7,431 MHz (Mode 2) 7,430 MHz (Mode 3)
4	Nombre de porteuses émises	1 405 (Mode 1) 2 809 (Mode 2) 5 617 (Mode 3)	1 405 (Mode 1) 2 809 (Mode 2) 5 617 (Mode 3)	1 405 (Mode 1) 2 809 (Mode 2) 5 617 (Mode 3)
5	Modulation	MDP-4D, MDP-4 MAQ-16, MAQ-64	MDP-4D, MDP-4 MAQ-16, MAQ-64	MDP-4D, MDP-4 MAQ-16, MAQ-64
6	Occupation des canaux		Voir Rec. UIT-R BT.1206	Voir Rec. UIT-R BT.1206
7	Durée active d'un symbole	252 µs (Mode 1) 502 µs (Mode 2) 1 008 µs (Mode 3)	216 µs (Mode 1) 432 µs (Mode 2) 864 µs (Mode 3)	189 µs (Mode 1) 378 µs (Mode 2) 756 µs (Mode 3)
8	Espacement des porteuses (Cs)	Bws/108 = 3,968 kHz (Mode 1) Bws/216 = 1,948 kHz (Mode 2) Bws/432 = 0,992 kHz (Mode 3)	Bws/108 = 4,629 kHz (Mode 1) Bws/216 = 2,361 kHz (Mode 2) Bws/432 = 1,157 kHz (Mode 3)	Bws/108 = 5,271 kHz (Mode 1) Bws/216 = 2,645 kHz (Mode 2) Bws/432 = 1,322 kHz (Mode 3)
9	Durée d'un intervalle de garde	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la durée active d'un symbole 63; 31,5; 15,75; 7,875 µs (Mode 1) 126; 63; 31,5; 15,75 µs (Mode 2) 252; 126; 63; 31,5 µs (Mode 3)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la durée active d'un symbole 54; 27; 13,5; 6,75 µs (Mode 1) 108; 54; 27; 13,5 µs (Mode 2) 216; 108; 54; 27 µs (Mode 3)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la durée active d'un symbole 47,25; 23,625; 11,8125, 5,90625 µs (Mode 1) 94,5; 47,25; 23,625; 11,8125 µs (Mode 2) 189; 94,5; 47,25; 23,625 µs (Mode 3)
10	Durée totale d'un symbole	315; 283,5; 267,75; 259,875 µs (Mode 1) 628; 565; 533,5; 517,75 µs (Mode 2) 1 260; 1 134; 1 071; 1 039,5 µs (Mode 3)	270; 243; 229,5; 222,75 µs (Mode 1) 540; 486; 459; 445,5 µs (Mode 2) 1 080; 972; 918; 891 µs (Mode 3)	237,25; 212,625; 200,8125, 194,90625 µs (Mode 1) 472,5; 425,25; 401,625; 389,8125 µs (Mode 2) 945; 850,5; 803,25; 779,625 µs (Mode 3)

TABLEAU 1 (fin)

c) Systèmes multiporteuses avec segmentation de la bande RF⁽¹²⁾ (fin)

	Paramètres	Multiporteuses à 6 MHz (MRFO segmentée)	Multiporteuses à 7 MHz (MRFO segmentée)	Multiporteuses à 8 MHz (MRFO segmentée)
11	Durée de transmission d'une trame	204 symboles MRFO	204 symboles MRFO	204 symboles MRFO
12	Code interne de canal	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage au taux de 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage au taux de 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Code convolutif, taux initial 1/2 à 64 états. Poinçonnage au taux de 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
13	Entrelacement interne	Entrelacement inter et intra segments (entrelacement fréquentiel) entrelacement de pseudo-symboles convolutif 0; 380; 760; 1 520 symboles (entrelacement temporel)	Entrelacement inter et intra segments (entrelacement fréquentiel) entrelacement de pseudo-symboles convolutif 0; 190; 380; 760 symboles (entrelacement temporel)	Entrelacement inter et intra segments (entrelacement fréquentiel) entrelacement de pseudo-symboles convolutif 0; 95; 190; 380 symboles (entrelacement temporel)
14	Code externe de canal	RS (204,188, $T = 8$)	RS (204,188, $T = 8$)	RS (204,188, $T = 8$)
15	Entrelacement externe	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$	Entrelacement convolutif par pseudo-octets, $I = 12$
16	Randomisation des données/dispersion d'énergie	SBPA	SBPA	SBPA
17	Synchronisation temps/fréquence	Porteuses pilotes	Porteuses pilotes	Porteuses pilotes
18	Configuration de transmission et de multiplexage	Acheminée par des porteuses pilotes TMCC	Acheminée par des porteuses pilotes TMCC	Acheminée par des porteuses pilotes TMCC
19	Débit net de données	Dépend du nombre de segments, de la modulation, du débit de code, de la structure hiérarchique et de l'intervalle de garde 3,65-23,2 Mbit/s	Dépend du nombre de segments, de la modulation, du débit de code, de la structure hiérarchique et de l'intervalle de garde 4,26-27,1 Mbit/s	Dépend du nombre de segments, de la modulation, du débit de code, de la structure hiérarchique et de l'intervalle de garde 4,87-31,0 Mbit/s
20	Rapport C/N dans un canal à BBGA	Dépend de la modulation et du code de canal 5,0-23 dB ⁽¹⁴⁾	Dépend de la modulation et du code de canal 5,0-23 dB ⁽¹⁴⁾	Dépend de la modulation et du code de canal 5,0-23 dB ⁽¹⁴⁾

Notes relatives au Tableau 1:

BLR:	bande latérale résiduelle
MPE-FEC:	encapsulation multiprotocole
MRFO:	multiplexage par répartition en fréquence orthogonale
SBPA:	séquence binaire pseudo-aléatoire
TMCC:	commande de configuration de transmission et de multiplexage

- (1) Valeur mesurée. Taux d'erreur après décodage RS: 3×10^{-6} .
- (2) Les rapports C/N sont de 9,2 dB pour un codage en treillis concaténé de rendement 1/2 et de 6,2 dB pour un codage en treillis concaténé de rendement 1/4.
- (3) Le mode 2k peut être utilisé dans les cas suivants: émetteur unique, réémetteurs monofréquence et petits réseaux monofréquence. Le mode 8k peut être utilisé avec les mêmes structures de réseau et également avec les grands réseaux monofréquence. Le mode 4k offre en outre un compromis entre la taille des cellules pour l'émission et les fonctions de réception mobile et, ainsi, une plus grande souplesse pour la planification des réseaux mobiles.
- (4) Le MAQ-16, le MAQ-64, le MAQ-16-MD (MAQ-16 multidébit) et le MAQ-64-MD (MAQ MD: constellations MAQ (modulation d'amplitude en quadrature non uniformes), peuvent être utilisés dans le cas de schémas de transmission hiérarchiques. Dans ce cas, deux couches de modulation acheminent deux flux de transport MPEG-2 différents. Les deux couches peuvent avoir des débits de codage différents et être décodées indépendamment.
- (5) Entrelaceur de symboles sophistiqué pour les modes 2k et 4k afin d'améliorer leur fiabilité dans un environnement mobile et en présence de bruit impulsif.
- (6) Les porteuses pilotes sont des porteuses pilotes continues, acheminées par 45 porteuses (mode 2k) ou 177 porteuses (mode 8k) sur tous les symboles MROF, et les porteuses diffusées, étalées dans le temps et étalées en fréquence.
- (7) Afin d'améliorer le rapport C/N et l'efficacité Doppler dans les canaux mobiles.
- (8) Afin de réduire la consommation moyenne d'énergie du terminal et d'assurer un transfert progressif.
- (9) Les pilotes de TPS acheminent les informations sur la modulation, le débit de codage et les autres paramètres de transmission.
- (10) Le choix de la modulation, du débit de codage et de l'intervalle de garde dépend des besoins du service et de l'environnement de planification.
- (11) Simulé avec une estimation de canal parfait et des modes non hiérarchiques. Taux d'erreur avant décodage RS: 2×10^{-4} , taux d'erreur après décodage RS: 1×10^{-11} .
- (12) La segmentation de la bande RF permet d'utiliser une modulation et un système de correction d'erreur appropriés segment par segment, et de recevoir un segment central sur des récepteurs à bande étroite.
- (13) Les systèmes multiporteuses avec segmentation de la bande RF utilisent 13 segments pour la télévision alors qu'un nombre quelconque de segments peut être utilisé pour les autres services (services audio par exemple).
- (14) Le taux d'erreur avant décodage RS est de 2×10^{-4} et de 1×10^{-11} après décodage.

Appendice 1 à l'Annexe 1

Norme du Système A

Bibliographie

- ATSC [septembre, 1996] Norme A/58. Recommended practice; Harmonization with DVB SI in the use of the ATSC digital television standard. Advanced Television Systems Committee.
- ATSC [mai, 2000] Norme A/64A. Transmission measurement and compliance for digital television, Rev.
- ATSC [août, 2001] Norme A/52A. Digital audio compression standard (AC-3). Advanced Television Systems Committee.
- ATSC [mars, 2003] Norme A/65B. Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcasting and Cable. Advanced Television Systems Committee.
- ATSC [juillet, 2003] Norme A/57A. Program/episode/version identification. Advanced Television Systems Committee.
- ATSC [décembre, 2003] Recommended Practice A/54A: Guide to the use of the ATSC digital television standard.
- ATSC [juin, 2004] Recommended Practice A/74: Receiver performance guidelines.
- ATSC [juillet, 2004] Norme A/53C avec Amendement 1. Digital television standard. Advanced Television Systems Committee.
- ATSC [juillet, 2004] Norme A/70A. Conditional access system for terrestrial broadcast, Revision A, juillet. Advanced Television Systems Committee.

Appendice 2 à l'Annexe 1

Norme du Système B

Bibliographie

- ETSI ETS 300 472. Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bit streams.
- ETSI ETR 162. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Allocation of Service Information (SI) codes for Digital Video Broadcasting (DVB) systems.
- ETSI ETR 154. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 systems, video and audio in satellite and cable broadcasting applications.

- ETSI ETR 211. Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines on implementation and usage of DVB service information.
- ETSI ETR 289. Digital Video Broadcasting (DVB); Support for use of scrambling and Conditional Access (CA) within digital broadcasting systems.
- ETSI ETS 300 468. Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems.
- ETSI EN 300 744. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television.
- ETSI ETS 300 743. Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems.
- ETSI EN 301 192. Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting.
- ETSI TS 101 191. Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization.
- ETSI EN 302 304. Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to Handheld terminals (DVB H).

Appendice 3 à l'Annexe 1

Norme du Système C

Bibliographie

- ABNT ABNT NBR 15601. Digital terrestrial television – Transmission system.
- ABNT ABNT NBR 15602 (Part 1-3). Digital terrestrial television – Video coding, audio coding and multiplexing.
- ABNT ABNT NBR 15603 (Part 1-3). Digital terrestrial television – Multiplexing and service information (SI).
- ABNT ABNT NBR 15604. Digital terrestrial television – Receivers.
- ABNT ABNT NBR 15605. Digital terrestrial television – Security issues.
- ABNT ABNT NBR 15606 (Part 1-5). Digital terrestrial television – Data coding and transmission specification.
- ABNT ABNT NBR 15607. Digital terrestrial television – Interactivity channel,
- ARIB ARIB STD-B-10. Service information for digital broadcasting system. Association of Radio Industries and Businesses.
- ARIB ARIB STD-B21. Receiver for digital broadcasting.
- ARIB ARIB STD-B24. Data coding and transmission specification for digital broadcasting.
- ARIB ARIB STD-B25. Conditional access system specifications for digital broadcasting.
- ARIB ARIB STD-B31. Transmission system for digital terrestrial television broadcasting.
- ARIB ARIB STD-B32. Video coding. Audio coding and multiplexing specifications for digital broadcasting.

Appendice 4 à l'Annexe 1

Directives pour le choix d'un système

Le choix d'un système approprié peut s'opérer au moyen d'un processus itératif à trois phases, à savoir:

- Phase I: évaluation initiale du système susceptible de répondre le mieux aux principales exigences du radiodiffuseur en tenant compte de l'environnement technique et réglementaire local.
- Phase II: évaluation plus détaillée des différences «pondérées» de qualité de fonctionnement.
- Phase III: évaluation globale des facteurs commerciaux et des facteurs d'exploitation qui influent sur le choix d'un système.

On trouvera ci-après une description complète de ces trois phases.

Phase I: Evaluation initiale

Au départ, on peut utiliser le Tableau 2 pour recenser les systèmes qui répondent le mieux à une exigence de radiodiffusion donnée.

TABLEAU 2

Directives pour le choix initial

Exigence		Systèmes appropriés
Débit de données maximal dans un canal gaussien pour un seuil du rapport C/N donné	Exigé	A
	Non exigé	A, B ou C
Résistance maximale aux brouillages par trajets multiples ⁽¹⁾	Exigé	B ou C
	Non exigé	A, B ou C
Réseaux monofréquence	Exigé	B ou C
	Non exigé	A, B ou C
Réception mobile ^{(1), (2)}	Exigé	B ou C
	Non exigé	A, B ou C
Transmission simultanée avec plusieurs niveaux de qualité (transmission hiérarchique)	Très important	C
	Exigé	B ou C
	Non exigé	A, B ou C
Décodage des sous-blocs de données indépendant (pour faciliter par exemple la radiodiffusion sonore)	Exigé	C
	Non exigé	A, B ou C

TABLEAU 2 (fin)

Exigence		Systèmes appropriés
Couverture maximale depuis un émetteur central pour une puissance donnée dans un environnement gaussien ⁽³⁾	Exigé	A
	Non exigé	A, B ou C
Résistance maximale aux brouillages impulsifs	Exigé ⁽⁴⁾	A
	Non exigé ⁽⁵⁾	A, B ou C

(1) Possibilité de compromis avec l'efficacité en largeur de bande et autres caractéristiques du système.

(2) Il se peut qu'il ne soit pas possible d'assurer la réception de TVHD dans ce mode.

(3) Pour tous les systèmes en situation, il sera nécessaire d'assurer la couverture des zones non desservies au moyen de réémetteurs de complément.

(4) Cette comparaison s'applique aux Systèmes B et C dans le mode 2K.

(5) Les premiers résultats des tests australiens dans le mode 8K montrent d'importantes améliorations par rapport au mode 2K et laissent supposer que la qualité de fonctionnement des Systèmes B et C dans le mode 8K peut être comparable à celle du Système A. Toutefois, d'autres tests comparatifs entre les Systèmes A, B et C sont nécessaires pour vérifier les qualités de fonctionnement relatives.

Phase II: Evaluation des différences pondérées de qualité de fonctionnement

Après avoir effectué l'évaluation initiale sur la base du Tableau 2, il est nécessaire de procéder à une sélection plus complète en recourant à une évaluation comparative de la qualité de fonctionnement des systèmes considérés. Cette évaluation est nécessaire car la sélection en elle-même n'est pas un processus «oui-non». Dans toute situation, un critère donné aura une importance plus ou moins grande dans l'environnement de radiodiffusion considéré en ce sens qu'il doit permettre d'établir un équilibre entre les petites différences de qualité de fonctionnement et les paramètres de sélection plus ou moins importants. En d'autres termes, il est clair qu'une faible différence entre systèmes concernant un paramètre essentiel aura un poids plus fort sur le choix qu'une forte différence sur des critères de sélection relativement moins importants.

Il est recommandé d'utiliser la méthode suivante pour cette phase d'évaluation des systèmes:

Dans l'*Etape 1* on identifie les paramètres de qualité de fonctionnement spécifiques de l'administration ou du radiodiffuseur qui souhaite choisir un système de DTTB. Parmi ces paramètres, il peut y avoir les capacités intrinsèques de qualité de fonctionnement du système, son incompatibilité avec les services analogiques existants et l'interopérabilité avec les autres services de communication ou radiodiffusion d'images.

Dans l'*Etape 2* on assigne des pondérations aux paramètres par ordre d'importance ou de criticité relativement à l'environnement dans lequel le service de TV numérique doit être assuré. Cette pondération peut se ramener à de simples multiplicateurs comme par exemple, 1 pour normal et 2 pour important.

Dans l'*Etape 3*, on accumule les données issues de tests en laboratoire ou sur le terrain (de préférence les deux). Ces données peuvent être recueillies directement par les parties concernées dans les tests ou provenir de tests effectués par ceux qui ont procédé aux essais ou aux évaluations. La Commission d'études de radiocommunications 6 (anciennement Commission d'études 11) devrait dans un avenir proche élaborer un rapport contenant des informations techniques probantes sur les différents systèmes de DTTB, qui pourront être utilisées dans les cas où l'on ne dispose pas de données de test en provenance de sources fiables.

Dans l'*Etape 4*, on associe les données de test aux paramètres de qualité de fonctionnement et on associe une appréciation à chaque paramètre. L'appréciation globale est utilisée pour retenir le système qui répond le mieux aux exigences. Une structure tabulaire utilisant une simple appréciation numérique et une échelle de pondération ont été jugées utiles par certaines administrations. On suppose au départ que tous les systèmes en lice peuvent assurer un service de DTTB viable. En conséquence, les différences entre systèmes seront relativement petites. Il faut éviter d'exagérer inutilement les différences mais, en même temps, il faut s'assurer que le processus de sélection est adapté aux besoins du service envisagé. Une simple échelle numérique compacte d'appréciation peut satisfaire à ces exigences du choix.

On trouvera ci-après quelques exemples utiles:

Résultat	Note
Satisfaisant	1
Supérieur	2
Meilleur	3

Dans cette échelle, la note 0 est attribuée à un système dont la caractéristique du paramètre considéré n'est pas satisfaisante ou pour lequel on n'a pas pu procéder à une évaluation.

Importance	Pondération
Normale	1
Grande	2
Critique	3

Voici un exemple de tableau que l'on peut utiliser pour l'évaluation comparative de divers systèmes.

N°	Critère	Performance du système			Pondération	Note pour le système		
		A	B	C		A	B	C
1	Caractéristique du signal émis							
A	Immunité du signal							
	Immunité aux brouillages électriques							
	Efficacité du signal émis							
	Couverture réelle							
	Réception avec antenne intérieure							
	Caractéristique par rapport au canal adjacent							
	Caractéristique co-canal							
B	Résistance aux distorsions							
	Résistance aux distorsions dues aux trajets multiples							
	Réception mobile							
	Réception portable							

Phase III: Evaluation des aspects commerciaux et opérationnels

La dernière phase consiste en une évaluation des aspects commerciaux et opérationnels destinée à déterminer le système qui offre la meilleure solution. Dans cette phase on tiendra compte du calendrier de mise en œuvre du service, du coût et de la disponibilité des équipements, de l'interopérabilité dans un environnement de radiodiffusion, etc.

Récepteur compatible

Il sera nécessaire de disposer de récepteurs compatibles pour pouvoir recevoir différentes modulations. Il ne faut pas que le coût de ces récepteurs, compte tenu des progrès en matière de technologies numériques, soit très supérieur à celui des récepteurs à modulation unique, bien que les avantages de ces récepteurs compatibles soient nombreux. Avec de tels récepteurs, on peut entrevoir de nouvelles possibilités intéressantes et de nouveaux services attractifs pour le consommateur et pour le radiodiffuseur comme indiqué dans le Tableau 2. Des études sont en cours sur le sujet.
