

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62272-1

Première édition
First edition
2003-03

Digital Radio Mondiale (DRM) –

**Partie 1:
Spécification du système**

Digital Radio Mondiale (DRM) –

**Part 1:
System specification**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62272-1:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62272-1

Première édition
First edition
2003-03

Digital Radio Mondiale (DRM) –

**Partie 1:
Spécification du système**

Digital Radio Mondiale (DRM) –

**Part 1:
System specification**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XJ

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	10
INTRODUCTION	14
1 Domaine d'application	16
2 Références	16
3 Définitions, symboles, abréviations et conventions	16
3.1 Définitions	16
3.2 Symboles	18
3.3 Abréviations.....	20
3.4 Convention.....	20
4 Caractéristiques générales	22
4.1 Présentation du système.....	22
4.2 Architecture du système	22
4.3 Codage de source.....	26
4.4 Modes de transmission	28
4.4.1 Paramètres relatifs à la largeur de bande du signal.....	28
4.4.2 Paramètres relatifs à l'efficacité de la transmission.....	28
4.4.2.1 Rendements du codage et constellations	28
4.4.2.2 Paramètres OFDM.....	28
5 Modes de codage de source	32
5.1 Présentation	32
5.1.1 Codage audio AAC.....	32
5.1.2 Codage MPEG CELP	34
5.1.3 Codage MPEG HVXC.....	34
5.1.4 Codage avec SBR	36
5.2 UEP et supertrames audio.....	36
5.3 Codage AAC.....	38
5.3.1 AAC.....	38
5.3.1.1 Supertrame audio AAC	40
5.3.2 AAC + SBR	44
5.4 Codage MPEG CELP	46
5.4.1 MPEG CELP.....	46
5.4.1.1 Supertrame audio CELP	48
5.5 HVXC.....	54
5.5.1 Définitions	56
5.5.1.1 Paramètres du codeur de source HVXC.....	56
5.5.1.2 Bits de CRC pour les modes à débit binaire fixe.....	56
5.5.2 Décodeur HVXC.....	56
5.5.3 Codeur HVXC	58
5.5.3.1 Analyse LPC et quantification LSP.....	60
5.5.3.2 Recherche de la hauteur en boucle ouverte	60
5.5.3.3 Estimation fine de la hauteur et des grandeurs harmoniques	60
5.5.3.4 Quantification vectorielle des grandeurs harmoniques	60
5.5.3.5 Décision sur le caractère parlé/non parlé.....	60
5.5.3.6 Codage VXC des signaux non parlés	60
5.5.4 Codage de canal du HVXC.....	62
5.5.4.1 Sélection des bits protégés	62
5.5.4.2 Syntaxe du codage HVXC robuste aux erreurs pour le système DRM (ErHVXCfixframe_CRC)	66
5.5.5 Description de l'entrelacement	74

CONTENTS

FOREWORD	11
INTRODUCTION	15
1 Scope	17
2 References	17
3 Definitions, symbols, abbreviations and conventions	17
3.1 Definitions	17
3.2 Symbols	19
3.3 Abbreviations	21
3.4 Convention	21
4 General characteristics	23
4.1 System overview	23
4.2 System architecture	23
4.3 Source coding	27
4.4 Transmission modes	29
4.4.1 Signal bandwidth related parameters	29
4.4.2 Transmission efficiency related parameters	29
4.4.2.1 Coding rates and constellations	29
4.4.2.2 OFDM parameter set	29
5 Source coding modes	33
5.1 Overview	33
5.1.1 AAC Audio Coding	33
5.1.2 MPEG CELP coding	35
5.1.3 MPEG HVXC coding	35
5.1.4 SBR coding	37
5.2 UEP and audio super framing	37
5.3 AAC coding	39
5.3.1 AAC	39
5.3.1.1 AAC audio super frame	41
5.3.2 AAC + SBR	45
5.4 MPEG CELP coding	47
5.4.1 MPEG CELP	47
5.4.1.1 CELP audio super frame	49
5.5 HVXC	55
5.5.1 Definitions	57
5.5.1.1 HVXC source coder parameters	57
5.5.1.2 CRC bits for fixed bit rate modes	57
5.5.2 HVXC decoder	57
5.5.3 HVXC encoder	59
5.5.3.1 LPC analysis and LSP quantization	61
5.5.3.2 Open loop pitch search	61
5.5.3.3 Harmonic magnitude and fine pitch estimation	61
5.5.3.4 Vector quantization of harmonic magnitudes	61
5.5.3.5 Voiced/Unvoiced decision	61
5.5.3.6 VXC coding of unvoiced signals	61
5.5.4 HVXC channel coding	63
5.5.4.1 Protected Bit Selection	63
5.5.4.2 Syntax of DRM HVXC error resilience (ErHVXCfixframe_CRC)	67
5.5.5 Category Interleaving	75

5.5.6	Détection et dissimulation d'erreurs en HVXC	76
5.5.6.1	Contrôle de Redondance Cyclique (CRC)	76
5.5.6.2	Dissimulation d'erreurs	76
5.5.6.2.1	Substitution de paramètres	78
5.6	SBR	82
5.6.1	Présentation du concept	82
5.6.2	Processus de décodage AAC + SBR	84
5.6.2.1	Filtre d'analyse	86
5.6.2.2	Filtre de synthèse	86
5.6.2.3	Tables de bandes de fréquences	90
5.6.2.3.1	Table de bandes de fréquences principales	90
5.6.2.3.2	Tables de bandes de fréquences dérivées	92
5.6.2.4	Contrôle de la grille T/F	100
5.6.2.5	Décodeur de Huffman	104
5.6.2.5.1	Décodage des enveloppes et des planchers de bruit	104
5.6.2.5.2	Déquantification et décodage stéréo	106
5.6.2.6	Générateur HF	108
5.6.2.6.1	Table de bandes de fréquences pour les limiteurs	114
5.6.2.7	Réglage des hautes fréquences	118
5.6.2.7.1	Répartition	118
5.6.2.7.2	Estimation de l'enveloppe courante	118
5.6.2.7.3	Calcul des niveaux de bruit	120
5.6.2.7.4	Calcul du gain	120
5.6.2.7.5	Regroupement des signaux HF	122
5.6.2.8	Stéréo à faible complexité	124
5.6.2.8.1	Processus	124
5.6.3	Protocole AAC + SBR	128
5.6.3.1	Syntaxe de AAC + SBR	128
5.6.3.2	Définition des éléments du flux binaire SBR	142
6	Définition du multiplex	150
6.1	Introduction	150
6.2	Le canal principal des services	150
6.2.1	Introduction	150
6.2.2	Structure	150
6.2.3	Construction du canal MSC	152
6.2.3.1	Trames multiplexées	152
6.2.3.2	Trames hiérarchiques	152
6.2.4	Reconfiguration	152
6.3	Le canal d'accès rapide	152
6.3.1	Introduction	152
6.3.2	Structure	152
6.3.3	Paramètres de canal	154
6.3.4	Paramètres des services	156
6.3.5	CRC	160
6.3.6	Répétition du FAC	160
6.4	Le canal de description des services	160
6.4.1	Introduction	160
6.4.2	Structure	162
6.4.3	Entités de données	162
6.4.3.1	Entité de données "Description du multiplex" - type 0	164
6.4.3.2	Entité de données "Étiquette" - type 1	166
6.4.3.3	Entité de données "Paramètres d'accès conditionnel" - type 2	168
6.4.3.4	Entité de données "Informations sur les fréquences" - type 3	168
6.4.3.5	Entité de données "Plan de fréquences" - type 4	174
6.4.3.6	Entité de données "Information sur les applications" - type 5	174
6.4.3.7	Entité de données "Support d'annonces et de basculement" - type 6	178

5.5.6	HVXC error detection and concealment	77
5.5.6.1	Cyclic Redundancy Code (CRC)	77
5.5.6.2	Error concealment	77
5.5.6.2.1	Parameter replacement	79
5.6	SBR	83
5.6.1	Conceptual overview	83
5.6.2	AAC + SBR Decoding Process	85
5.6.2.1	Analysis Filterbank	87
5.6.2.2	Synthesis Filterbank	87
5.6.2.3	Frequency Band Tables	91
5.6.2.3.1	Master Frequency Band Table	91
5.6.2.3.2	Derived Frequency Band Tables	93
5.6.2.4	T/F Grid Control	101
5.6.2.5	Huffman Decoder	105
5.6.2.5.1	Envelope and Noise Floor Decoding	105
5.6.2.5.2	Dequantization and Stereo Decoding	107
5.6.2.6	HF Generator	109
5.6.2.6.1	Limiter Frequency Band Table _{<0>}	115
5.6.2.7	High frequency adjustment	119
5.6.2.7.1	Mapping	119
5.6.2.7.2	Estimation of Current Envelope	119
5.6.2.7.3	Calculation of Noise Levels	121
5.6.2.7.4	Calculation of Gain	121
5.6.2.7.5	Assembling HF Signals	123
5.6.2.8	Low Complexity Stereo	125
5.6.2.8.1	Process	125
5.6.3	AAC + SBR Protocol	129
5.6.3.1	AAC + SBR syntax	129
5.6.3.2	SBR bit stream element definitions	143
6	Multiplex definition	151
6.1	Introduction	151
6.2	Main Service Channel	151
6.2.1	Introduction	151
6.2.2	Structure	151
6.2.3	Building the MSC	153
6.2.3.1	Multiplex frames	153
6.2.3.2	Hierarchical frames	153
6.2.4	Reconfiguration	153
6.3	Fast Access Channel	153
6.3.1	Introduction	153
6.3.2	Structure	153
6.3.3	Channel parameters	155
6.3.4	Service parameters	157
6.3.5	CRC	161
6.3.6	FAC repetition	161
6.4	Service Description Channel	161
6.4.1	Introduction	161
6.4.2	Structure	163
6.4.3	Data Entities	163
6.4.3.1	Multiplex description data entity - type 0	165
6.4.3.2	Label data entity - type 1	167
6.4.3.3	Conditional access parameters data entity - type 2	169
6.4.3.4	Frequency information data entity - type 3	169
6.4.3.5	Frequency schedule data entity - type 4	175
6.4.3.6	Application information data entity - type 5	175
6.4.3.7	Announcement support and switching entity - type 6	179

6.4.3.8	Entité de données "Description des régions" - type 7	180
6.4.3.9	Entité de données "Information d'horodatage" - type 8	180
6.4.3.10	Entité de données "Informations audio" - type 9	180
6.4.3.11	Entité de données "Paramètres de canal FAC" - type 10	184
6.4.3.12	Entité de données "Lien" - type 11	188
6.4.3.13	Entité de données "Langue et Pays" - type 12	190
6.4.3.14	Autres entités de données	190
6.4.4	Résumé des caractéristiques des entités de données	190
6.4.5	Changement de contenu du SDC	192
6.4.6	Signalisation des reconfigurations	192
6.4.6.1	Reconfiguration des services	194
6.4.6.2	Reconfiguration des canaux	194
6.5	Application de messages textes	194
6.5.1	Structure	194
6.6	Mode paquets	198
6.6.1	Structure des paquets	198
6.6.1.1	En-tête	200
6.6.1.2	Champ de données	200
6.6.2	Flux asynchrones	200
6.6.3	Fichiers	202
6.6.4	Choix de la longueur des paquets	202
7	Codage de canal et modulation	202
7.1	Introduction	202
7.2	Adaptation du multiplex de transport et dispersion d'énergie	204
7.2.1	Adaptation du multiplex de transport	204
7.2.1.1	MSC	204
7.2.1.2	FAC	208
7.2.1.3	SDC	208
7.2.2	Dispersion d'énergie	210
7.3	Codage	212
7.3.1	Codage multi-niveaux	212
7.3.1.1	Partition du flux binaire en SM	216
7.3.1.2	Partition du flux binaire en HMsym	218
7.3.1.3	Partition du flux binaire en HMmix	220
7.3.2	Composante de codage	220
7.3.3	Entrelacement de bits	232
7.3.3.1	FAC	232
7.3.3.2	SDC	232
7.3.3.3	MSC	234
7.4	Constellations du signal et répartition	236
7.5	Application du codage aux différents canaux	244
7.5.1	Codage du canal MSC	244
7.5.1.1	SM	244
7.5.1.2	HMsym	246
7.5.1.3	HMmix	246
7.5.2	Codage du canal SDC	248
7.5.3	Codage du canal FAC	248
7.6	Entrelacement des cellules dans le canal MSC	250
7.7	Répartition des cellules MSC dans la structure de la supertrame de transmission	252
8	Structure de transmission	256
8.1	Structure et modes à base de trames de transmission	256
8.2	Paramètres OFDM relatifs à la propagation	258
8.3	Paramètres relatifs à la largeur de bande du signal	258
8.3.1	Définition des paramètres	258
8.3.2	Émissions en simulcast	262

6.4.3.8	Region definition data entity - type 7	181
6.4.3.9	Time and date information data entity - type 8.....	181
6.4.3.10	Audio information data entity - type 9.....	181
6.4.3.11	FAC channel parameters data entity - type 10.....	185
6.4.3.12	Linkage data entity - type 11	189
6.4.3.13	Language and country data entity - type 12.....	191
6.4.3.14	Other data entities	191
6.4.4	Summary of data entity characteristics	191
6.4.5	Changing the content of the SDC.....	193
6.4.6	Signalling of reconfigurations.....	193
6.4.6.1	Service reconfigurations	195
6.4.6.2	Channel reconfigurations.....	195
6.5	Text message application	195
6.5.1	Structure.....	195
6.6	Packet mode	199
6.6.1	Packet structure	199
6.6.1.1	Header.....	201
6.6.1.2	Data field	201
6.6.2	Asynchronous streams	201
6.6.3	Files.....	203
6.6.4	Choosing the packet length	203
7	Channel coding and modulation	203
7.1	Introduction	203
7.2	Transport multiplex adaptation and Energy dispersal.....	205
7.2.1	Transport multiplex adaptation	205
7.2.1.1	MSC.....	205
7.2.1.2	FAC.....	209
7.2.1.3	SDC.....	209
7.2.2	Energy dispersal	211
7.3	Coding.....	213
7.3.1	Multilevel coding	213
7.3.1.1	Partitioning of bitstream in SM	217
7.3.1.2	Partitioning of bitstream in HMsym	219
7.3.1.3	Partitioning of bitstream in HMmix.....	221
7.3.2	Component Code.....	221
7.3.3	Bit Interleaving	233
7.3.3.1	FAC.....	233
7.3.3.2	SDC.....	233
7.3.3.3	MSC.....	235
7.4	Signal constellations and mapping.....	237
7.5	Application of coding to the channels.....	245
7.5.1	Coding the MSC.....	245
7.5.1.1	SM	245
7.5.1.2	HMsym	247
7.5.1.3	HMmix.....	247
7.5.2	Coding the SDC	249
7.5.3	Coding the FAC	249
7.6	MSC Cell Interleaving	251
7.7	Mapping of MSC cells on the transmission super frame structure	253
8	Transmission structure.....	257
8.1	Transmission frame structure and modes.....	257
8.2	Propagation-related OFDM parameters	259
8.3	Signal bandwidth related parameters	259
8.3.1	Parameter definition.....	259
8.3.2	Simulcast transmission.....	263

8.4	Cellules pilotes	262
8.4.1	Fonctions et dérivation.....	262
8.4.2	Références de fréquence	262
8.4.2.1	Positions des cellules.....	264
8.4.2.2	Gains et phases des cellules.....	264
8.4.3	Références de temps	264
8.4.3.1	Positions et phases des cellules	266
8.4.3.2	Gains des cellules	270
8.4.4	Références de gain	270
8.4.4.1	Positions des cellules.....	270
8.4.4.2	Gains des cellules	270
8.4.4.3	Phases des cellules	272
8.4.4.3.1	Procédure de calcul de la phase des cellules.....	272
8.4.4.3.2	Mode de protection A	272
8.4.4.3.3	Mode de protection B.....	274
8.4.4.3.4	Mode de protection C.....	274
8.4.4.3.5	Mode de protection D	274
8.5	Cellules de contrôle	276
8.5.1	Généralités	276
8.5.2	Cellules FAC.....	276
8.5.2.1	Positions des cellules.....	276
8.5.2.2	Gains et phases des cellules.....	280
8.5.3	Cellules SDC.....	280
8.5.3.1	Positions des cellules.....	280
8.5.3.2	Gains et phases des cellules.....	280
8.6	Cellules de données	280
8.6.1	Positions des cellules	280
8.6.2	Gains et phases des cellules	282
	Annexe A (informative) Simulation du fonctionnement du système.....	284
	Annexe B (informative) Définition du profil des canaux	286
	Annexe C (informative) Exemple de répartition des trames logiques sur les trames multiplexées.....	290
	Annexe D (normative) Calcul du mot de CRC	292
	Annexe E (informative) Rapports de protection RF, donnés à titre indicatif	296
	Annexe F (informative) Directives pour la mise en œuvre des émetteurs.....	300
	Annexe G (informative) Directives pour la mise en œuvre des récepteurs	302
	Annexe H (informative) Capacité de service et débits binaires.....	310
	Annexe I (normative) Tables SBR.....	312
	Annexe J (informative) Nombre de bits d'entrée	352
	Annexe K (informative) Émissions en simulcast.....	360
	Annexe L (informative) Illustration des références pilotes	364
	Annexe M (informative) Exemples de configurations pour le canal MSC.....	372
	Annexe N (informative) Paramètres HVXC.....	378
	Bibliographie	382

8.4	Pilot cells	263
8.4.1	Functions and derivation	263
8.4.2	Frequency references	263
8.4.2.1	Cell positions	265
8.4.2.2	Cell gains and phases	265
8.4.3	Time references	265
8.4.3.1	Cell positions and phases	267
8.4.3.2	Cell gains	271
8.4.4	Gain references	271
8.4.4.1	Cell positions	271
8.4.4.2	Cell gains	271
8.4.4.3	Cell phases	273
8.4.4.3.1	Procedure for calculation of cell phases	273
8.4.4.3.2	Robustness mode A	273
8.4.4.3.3	Robustness mode B	275
8.4.4.3.4	Robustness mode C	275
8.4.4.3.5	Robustness mode D	275
8.5	Control cells	277
8.5.1	General	277
8.5.2	FAC cells	277
8.5.2.1	Cell positions	277
8.5.2.2	Cell gains and phases	281
8.5.3	SDC cells	281
8.5.3.1	Cell positions	281
8.5.3.2	Cell gains and phases	281
8.6	Data cells	281
8.6.1	Cell positions	281
8.6.2	Cell gains and phases	283
Annex A (informative)	Simulated system performance	285
Annex B (informative)	Definition of channel profiles	287
Annex C (informative)	Example of mapping of logical frames to multiplex frames	291
Annex D (normative)	Calculation of the CRC word	293
Annex E (informative)	Indicative RF Protection ratios	297
Annex F (informative)	Guidelines for transmitter implementation	301
Annex G (informative)	Guidelines for receiver implementation	303
Annex H (informative)	Service capacity and bit rates	311
Annex I (normative)	SBR tables	313
Annex J (informative)	Numbers of input bits	353
Annex K (informative)	Simulcast transmission	361
Annex L (informative)	Pilot reference illustrations	365
Annex M (informative)	MSC configuration examples	373
Annex N (informative)	HVXC parameters	379
Bibliography		383

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DIGITAL RADIO MONDIALE (DRM) –

Partie 1: Spécification du système

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62272-1 a été établie par le comité d'études 103 de la CEI : Matériels émetteurs pour les radiocommunications

La présente norme est basée sur la spécification technique ETSI TS 101 980 V1.2.1 (2002), et a été préparée par le Groupe rapporteur commun CEI/UIT (décision du CA 110/20) qui comprend le groupe de travail du comité d'études 103 de la CEI: Matériels émetteurs pour les radiocommunications, qui traite de ce sujet: document 103/18/NP (Radiodiffusion numérique dans les bandes de fréquences inférieures à 30 MHz - Partie 1: Aspects système). Le Groupe rapporteur commun a été créé pour préparer une norme à double logo (CEI et UIT). La norme double logone pourra être publiée qu'après l'approbation du contenu de cette norme par l'UIT.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
103/32/FDIS	103/33/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente norme ne suit pas les règles de structure des normes internationales comme le spécifie la Partie 2 des Directives ISO/CEI.

NOTE Cette norme a été reproduite sans modifications importantes de son contenu original ou de ses règles structurelles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Digital Radio Mondiale (DRM)**Part 1: System specification****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International standard IEC 62272-1 has been prepared by IEC technical committee 103: Transmitting equipment for radiocommunication.

This standard is based on the technical specification ETSI TS 101 980 V1.2.1 (2002) and was prepared by Joint Rapporteur Group ITU/IEC (CA Decision 110/20) which includes TC 103, Transmitting equipment for radiocommunication, working group dealing with this matter: document 103/18/NP(Digital radio in the bands below 30 MHz - Part 1: System aspects) The joint rapporteur Group has been set up to achieve a double logo standard (IEC and ITU). The double logo standard may be published after the approval of the content of this standard by ITU.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
103/32/FDIS	103/33/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This standard does not follow the rules for structuring International Standards as given in Part 2 of the ISO/IEC Directives.

NOTE This standard has been reproduced without significant modification to its original content or drafting.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 62272 décrit les bandes de fréquences en dessous de 30 MHz qui sont utilisées pour la radiodiffusion, comme suit:

- la bande des basses fréquences (BF) - de 148,5 kHz à 283,5 kHz, seulement dans la Région 1 [1]* selon la définition de l'UIT;
- la bande des moyennes fréquences (MF) - de 526,5 kHz à 1 606,5 kHz dans les Régions 1 [1] et 3 [1] de l'UIT, et de 525 kHz à 1 705 kHz dans la Région 2 [1] de l'UIT;
- les bandes des hautes fréquences (HF) - un ensemble de bandes de radiodiffusion individuelles couvrant une plage de fréquences comprise entre 2,3 MHz et 27 MHz, généralement disponibles dans le monde entier.

Ces bandes offrent des possibilités de propagation particulières, caractérisées par:

- La couverture de zones étendues, dont la taille et l'endroit peuvent varier en fonction de l'heure, de la saison ou de la période à l'intérieur du cycle d'activité solaire d'une durée approximative de 11 ans;
- La réception portable et mobile relativement peu perturbée par l'environnement du récepteur.

Les utilisateurs souhaitent manifestement continuer à émettre dans ces bandes, surtout pour la radiodiffusion internationale, les bandes HF étant les seules à offrir une possibilité de réception qui ne fasse pas appel à des stations répétitrices locales.

Dans ces bandes, cependant, les services de radiodiffusion:

- utilisent des techniques analogiques;
- souffrent d'une qualité limitée;
- sont exposés à des perturbations considérables, dues aux mécanismes de propagation longue distance qui caractérisent cette partie du spectre, mais aussi au grand nombre d'utilisateurs.

Ces considérations ont mené directement au souhait de passer aux techniques d'émission et de réception numériques, seules à même de permettre une amélioration de qualité suffisante pour retenir les auditeurs qui, eux, disposent en nombre croissant d'autres possibilités de réception de programmes, dont la plupart offrent déjà une qualité et une fiabilité supérieures.

Le consortium Digital Radio Mondiale (DRM) a été créé, début 1998, pour répondre au besoin d'un système d'émission numérique, utilisable dans toutes les bandes de fréquences en dessous de 30 MHz. Le consortium DRM est un organisme à but non lucratif, qui s'est fixé pour objectif de développer et de promouvoir l'utilisation du système DRM dans le monde entier. Il réunit des exploitants de stations de radiodiffusion, des fournisseurs de réseaux, des constructeurs d'équipements de réception et d'émission, ainsi que des instituts de recherche. D'autres informations peuvent être obtenues en consultant leur site Internet (<http://www.drm.org/>).

* Les chiffres indiqués entre crochets renvoient aux références données dans l'article 2.

INTRODUCTION

This part of IEC 62272 describes as follows the frequency bands used for broadcasting below 30 MHz:

- Low frequency (LF) band - from 148,5 kHz to 283,5 kHz, in ITU Region 1 [1]* only;
- Medium frequency (MF) band - from 526,5 kHz to 1 606,5 kHz, in ITU Regions 1 [1] and 3 [1] and from 525 kHz to 1 705 kHz in ITU Region 2 [1];
- High frequency (HF) bands - a set of individual broadcasting bands in the frequency range 2,3 MHz to 27 MHz, generally available on a Worldwide basis.

These bands offer unique propagation capabilities that permit the achievement of:

- Large coverage areas, whose size and location may be dependent upon the time of day, season of the year or period in the (approximately) 11 year sunspot cycle;
- Portable and mobile reception with relatively little impairment caused by the environment surrounding the receiver.

There is thus a desire to continue broadcasting in these bands, perhaps especially in the case of international broadcasting where the HF bands offer the only reception possibilities which do not also involve the use of local repeater stations.

However, broadcasting services in these bands:

- use analogue techniques;
- are subject to limited quality;
- are subject to considerable interference as a result of the long-distance propagation mechanisms which prevail in this part of the frequency spectrum and the large number of users.

As a direct result of the above considerations, there is a desire to effect a transfer to digital transmission and reception techniques in order to provide the increase in quality which is needed to retain listeners who, increasingly, have a wide variety of other programme reception media possibilities, usually already offering higher quality and reliability.

In order to meet the need for a digital transmission system suitable for use in all of the bands below 30 MHz, the Digital Radio Mondiale (DRM) consortium was formed in early 1998. The DRM consortium is a non-profit making body which seeks to develop and promote the use of the DRM system worldwide. Its members include broadcasters, network providers, receiver and transmitter manufacturers and research institutes. More information is available from their website (<http://www.drm.org/>).

* The figures in square brackets refer to the references given in clause 2.

Digital Radio Mondiale (DRM) –

Partie 1: Spécification du système

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62272 donne les spécifications du système Digital Radio Mondiale (DRM) pour la radiodiffusion numérique dans les bandes de radiodiffusion en dessous de 30 MHz.

2 Références

Les documents suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent document.

- Les références sont, soit spécifiques (identifiées par une date de publication et/ou un numéro d'édition ou de version), soit non spécifiques.
- Dans le cas d'une référence spécifique, les révisions ultérieures ne sont pas applicables.
- Dans le cas d'une référence non spécifique, c'est la version la plus récente qui s'applique.

- [1] Règlement des radiocommunications de l'UIT-R.
- [2] ISO/CEI 14496-3:2001, Technologies de l'information - Codage des objets audiovisuels - Partie 3: codage audio (*Disponible en anglais seulement.*)
- [3] Non utilisé
- [4] ETSI EN 300 401: Systèmes de radiodiffusion sonore numérique DAB (Digital Audio Broadcasting) à destination de récepteurs fixes, portatifs ou mobiles
- [5] EN 50067: Spécification du système de radiodiffusion de données (RDS) pour la radio à modulation de fréquence dans la bande 87,5 à 108,0 MHz
- [6] ISO/CEI 10646-1 : Technologies de l'information - Jeu universel de caractères codés sur plusieurs octets (JUC) - Partie 1: Architecture et plan multilingue de base
- [7] ISO 639-2: Codes pour la représentation des noms de langue - Partie 2: Code Alpha-3
- [8] ISO 3166 (toutes les parties): Codes pour la représentation des noms de pays et de leurs subdivisions
- [9] ISO 8859-1: Technologies de l'information - Jeux de caractères graphiques codés sur un seul octet - Partie 1: Alphabet latin (*Disponible en anglais seulement.*)
- [10] Recommandation BS.559-2 de l'UIT-R: Mesure objective des rapports de protection RF en radiodiffusion (B.km, B.hm et B.dam)
- [11] Recommandation SM.328-10 de l'UIT-R: Spectres et largeurs de bande des émissions
- [12] Recommandation XXX de l'UIT-R: Rapports de protection RF dans les bandes de la radiodiffusion sonore numérique (système DRM) en dessous de 30 MHz (à l'étude)

3 Définitions, symboles, abréviations et conventions

3.1 Définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

cellule: élément sinusoïdal de durée T_s , transmis avec une amplitude et une phase données et correspondant à une position de porteuse

NOTE 1 Chaque symbole OFDM est la somme de K éléments sinusoïdaux de ce type, placées à des intervalles de fréquences réguliers.

Digital Radio Mondiale (DRM)

Part 1: System specification

1 Scope

This part of IEC 62272 gives the specification for the Digital Radio Mondiale (DRM) system for digital transmissions in the broadcasting bands below 30 MHz.

2 References

The following documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of the present document.

- References are either specific (identified by date of publication and/or edition number or version number) or non-specific.
 - For a specific reference, subsequent revisions do not apply.
 - For a non-specific reference, the latest version applies.
- | | |
|------|--|
| [1] | ITU-R Radio Regulations. |
| [2] | ISO/IEC 14496-3:2001, Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 3: Audio |
| [3] | Not used |
| [4] | ETSI EN 300 401: Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers |
| [5] | EN 50067: Specification of the radio data system (RDS) for VHF/FM sound broadcasting in the frequency range from 87,5 to 108,0 MHz |
| [6] | ISO/IEC 10646-1: Information technology - Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS) - Part 1: Architecture and Basic Multilingual Plane |
| [7] | ISO 639-2: Codes for the representation of names of languages - Part 2: Alpha-3 code |
| [8] | ISO 3166 (all parts): Codes for the representation of names of countries and their subdivisions |
| [9] | ISO 8859-1: Information technology - 8-bit single-byte coded graphic character sets - Part 1: Latin alphabet No. 1 |
| [10] | ITU-R Recommendation BS.559-2: Objective measurement of radio-frequency protection ratios in LF, MF and HF broadcasting |
| [11] | ITU-R Recommendation SM.328-10: Spectra and bandwidth of emissions |
| [12] | ITU-R Recommendation XXX: RF protection ratios for digital sound broadcasting (DRM system) in the broadcasting bands below 30 MHz. (under consideration) |

3 Definitions, symbols, abbreviations and conventions

3.1 Definitions

For the purposes of the present document, the following terms and definitions apply:

cell: sine wave portion of duration T_s , transmitted with a given amplitude and phase and corresponding to a carrier position

NOTE 1: Each OFDM symbol is the sum of K such sine wave portions equally spaced in frequency.

dispersion d'énergie: opération consistant à compléter de manière déterministe certains bits choisis de la trame logique, dans le but de réduire la possibilité d'une régularité indésirable du signal transmis due à la présence de séquences répétitives

canal d'accès rapide FAC (Fast Access Channel): canal du flux de données multiplexé qui contient les informations nécessaires à la recherche de services et permet de commencer le décodage du multiplex

canal principal des services MSC (Main Service Channel): canal du flux de données multiplexé qui occupe la majeure partie de la trame de transmission et qui véhicule tous les services audio numériques et, le cas échéant, des services auxiliaires et des services de données supplémentaires

mod: l'opérateur modulo

NOTE 2: $(x \bmod y) = z$, où $y > 0$, tel que $x = qy + z$, q est un entier, et $0 \leq z < y$.

symbole OFDM: signal transmis dans une période de temps pendant laquelle l'amplitude et la phase modulantes sont maintenues constantes sur chacune des porteuses du signal, placées à intervalles réguliers

réservé pour des ajouts ultérieurs rfa (reserved for future addition): les bits portant cette désignation doivent être mis à zéro

NOTE 3: Les récepteurs doivent ignorer ces bits.

réservé pour une utilisation future rfu (reserved for future use): les bits portant cette désignation doivent être mis à zéro

NOTE 4: Les récepteurs doivent vérifier que ces bits sont bien à zéro, afin de déterminer la validité des autres champs ayant le même objectif.

canal de description des services SDC (Service Description Channel): canal du flux de données multiplexé qui fournit les informations nécessaires au décodage des services inclus dans le multiplex

NOTE 5: Le canal SDC véhicule aussi des informations supplémentaires pour permettre à un récepteur de rechercher des sources alternatives pour les mêmes données.

réseau isofréquence synchrone SFN (Single Frequency Network): réseau d'émetteurs qui se partagent une même fréquence radio pour couvrir une zone étendue

trame de transmission: une séquence de symboles OFDM (d'une durée de 400 ms), dont le premier contient les cellules de référence de temps

supertrame de transmission: trois trames de transmission consécutives (d'une durée de 1 200 ms), les premiers symboles OFDM contenant le bloc SDC

trame logique: contient les données d'un flux pendant 400 ms

trame multiplexée: les trames logiques de tous les flux forment une trame multiplexée (d'une durée de 400 ms)

NOTE 6: Cette trame sert de base au codage et à l'entrelacement.

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent:

$E[\]$	valeur attendue de l'expression entre crochets
f_c	fréquence de référence du signal transmis
K	nombre de porteuses actives du signal OFDM
$K_{\max}$	indice de la porteuse active supérieure du signal OFDM
$K_{\min}$	indice de la porteuse active inférieure du signal OFDM
L_{MUX}	nombre de bits d'entrée par trame multiplexée pour le codage multi-niveaux
N_{MUX}	nombre de cellules MSC (symboles QAM) par trame multiplexée
T	période de temps élémentaire, égale à $83^{1/3} \mu\text{s}$ (1/12 kHz)
T_f	durée de la trame de transmission, égale à 400 ms
T_g	durée de l'intervalle de garde

energy dispersal: operation involving deterministic selective complementing of bits in the logical frame, intended to reduce the possibility that systematic patterns result in unwanted regularity in the transmitted signal

Fast Access Channel (FAC): channel of the multiplex data stream which contains the information that is necessary to find services and begin to decode the multiplex

Main Service Channel (MSC): channel of the multiplex data stream which occupies the major part of the transmission frame and which carries all the digital audio services, together with possible supporting and additional data services

mod: the modulo operator

NOTE 2: $(x \bmod y) = z$, where $y > 0$, such that $x = qy + z$, q is an integer, and $0 \leq z < y$.

OFDM symbol: transmitted signal for that portion of time when the modulating amplitude and phase state is held constant on each of the equally-spaced carriers in the signal

reserved for future addition (rfa): bits with this designation shall be set to zero

NOTE 3: Receivers shall ignore these bits.

reserved for future use (rfu): bits with this designation shall be set to zero

NOTE 4: Receivers shall check that these bits are zero in order to determine the valid status of the other fields in the same scope.

Service Description Channel (SDC): channel of the multiplex data stream which gives information to decode the services included in the multiplex

NOTE 5: The SDC also provides additional information to enable a receiver to find alternative sources of the same data.

Single Frequency Network (SFN): network of transmitters sharing the same radio frequency to achieve a large area coverage

transmission frame: a number of consecutive OFDM symbols (duration of 400 ms), whereby the first OFDM symbol contains the time reference cells

transmission super frame: three consecutive transmission frames (duration of 1 200 ms), whereby the first OFDM symbols contain the SDC block

logical frame: contains data of one stream during 400 ms

multiplex frame: logical frames from all streams form a multiplex frame (duration of 400 ms)

NOTE 6: It is the relevant basis for coding and interleaving.

3.2 Symbols

For the purposes of the present document, the following symbols apply:

$E[\]$	expectation value of the expression in brackets
f_c	reference frequency of the emitted signal
K	number of active carriers in the OFDM symbol
$K_{\max}$	carrier index of the upper active carrier in the OFDM signal
$K_{\min}$	carrier index of the lower active carrier in the OFDM signal
L_{MUX}	number of input bits per multiplex frame for the multilevel encoding
N_{MUX}	number of MSC cells (QAM symbols) per multiplex frame
T	elementary time period, equal to $83^{1/3} \mu\text{s}$ (1/12 kHz)
T_f	duration of the transmission frame, equal to 400 ms
T_g	duration of the guard interval

T_s	durée d'un symbole OFDM
T_{sf}	durée de la supertrame de transmission construite à partir de trois trames de transmission
T_u	durée de la partie utile (orthogonale) d'un symbole OFDM, à l'exclusion de l'intervalle de garde
X^*	conjuguée complexe de valeur X
$\lceil \quad \rceil$	arrondi vers l'entier supérieur le plus proche
$\lfloor \quad \rfloor$	arrondi vers l'entier inférieur le plus proche

3.3 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes sont applicables:

AAC	Advanced Audio Coding (codage audio avancé)
AFS	Alternative Frequency Switching (commutation vers une fréquence alternative)
BER	Bit Error Rate (taux d'erreurs binaires)
CELP	Code Excited Linear Prediction (prédiction linéaire avec excitation par code)
CRC	Cyclic Redundancy Check (contrôle de redondance cyclique)
DFT	Discrete Fourier Transform (transformée de Fourier discrète)
EEP	Equal Error Protection (protection d'erreurs uniforme)
FAC	Fast Access Channel (canal d'accès rapide)
HF	High Frequency (haute fréquence)
HVXC	Harmonic Vector eXcitation Coding (codage par excitation de vecteur d'harmonique)
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform (transformée de Fourier rapide inverse)
ISO	International Organization for Standardization (organisation internationale de normalisation)
LF	Low Frequency (basse fréquence)
LPC	Linear Predictive Coding (codage par prédiction linéaire)
LSb	Least Significant bit (bit de poids faible)
LSP	Line Spectral Pairs (paires spectrales linéaires)
MF	Medium Frequency (moyenne fréquence)
MPEG	Moving Picture Experts Group (groupe d'experts chargés de normaliser la compression d'images animés)
MSb	Most Significant bit (bit de poids fort)
MSC	Main Service Channel (canal principal des services)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (multiplexage par division de fréquences orthogonales)
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence (séquence binaire pseudo-aléatoire)
QAM	Quadrature Amplitude Modulation (modulation d'amplitude en quadrature)
RF	Radio Frequency (radiofréquence)
rfa	reserved for future addition (réservé pour des ajouts ultérieurs)
rfu	reserved for future use (réservé pour une utilisation future)
SBR	Spectral Band Replication (reconstitution de la bande spectrale)
SDC	Service Description Channel (canal de description des services)
SFN	Single Frequency Network (réseau isofréquence synchrone)
SM	Standard Mapping (répartition normale)
SPP	Standard Protected Part (partie normalement protégée)
UEP	Unequal Error Protection (protection d'erreurs différenciée)
uimsbf	unsigned integer most significant bit first (entier non signé, bit de poids fort en premier)
VSPP	Very Strongly Protected Part (partie très fortement protégée)

3.4 Convention

Sauf disposition contraire, la convention suivante relative à l'ordre des bits est appliquée à chaque étape du traitement:

- dans les figures, le bit placé à gauche est considéré comme étant le premier
- dans les tableaux, le bit placé à gauche est considéré comme étant le premier
- dans les champs numériques, le bit de poids fort (MSb) est considéré comme étant le premier et représenté par un numéro plus élevé. A titre d'exemple, le bit de poids fort d'un octet simple est désigné par "b7" et le bit de poids faible (LSb) est désigné par "b0"
- dans les vecteurs (expressions mathématiques), le bit dont l'indice est le plus bas est considéré comme étant le premier.

T_s	duration of an OFDM symbol
T_{sf}	duration of the transmission super frame built from three transmission frames
T_u	duration of the useful (orthogonal) part of an OFDM symbol, excluding the guard interval
X^*	complex conjugate of value X
$\lceil \]$	round towards plus infinity
$\lfloor \]$	round towards minus infinity

3.3 Abbreviations

For the purposes of the present document, the following abbreviations apply:

AAC	Advanced Audio Coding
AFS	Alternative Frequency Switching
BER	Bit Error Rate
CELP	Code Excited Linear Prediction
CRC	Cyclic Redundancy Check
DFT	Discrete Fourier Transform
EEP	Equal Error Protection
FAC	Fast Access Channel
HF	High Frequency
HVXC	Harmonic Vector eXcitation Coding
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
ISO	International Organization for Standardization
LF	Low Frequency
LPC	Linear Predictive Coding
LSb	Least Significant bit
LSP	Line Spectral Pairs
MF	Medium Frequency
MPEG	Moving Picture Experts Group
MSb	Most Significant bit
MSC	Main Service Channel
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RF	Radio Frequency
rfa	reserved for future addition
rfu	reserved for future use
SBR	Spectral Band Replication
SDC	Service Description Channel
SFN	Single Frequency Network
SM	Standard Mapping
SPP	Standard Protected Part
UEP	Unequal Error Protection
uimbsf	unsigned integer most significant bit first
VSP	Very Strongly Protected Part

3.4 Convention

Unless otherwise stated, the following convention, regarding the order of bits within each step of processing is used:

- in figures, the bit shown in the left hand position is considered to be first
- in tables, the bit shown in the left hand position is considered to be first
- in numerical fields, the Most Significant Bit (MSb) is considered to be first and denoted by the higher number. For example, the MSb of a single byte is denoted "b7" and the Least Significant Bit (LSb) is denoted "b0"
- in vectors (mathematical expressions), the bit with the lowest index is considered to be first

4 Caractéristiques générales

4.1 Présentation du système

Le système DRM a été conçu pour la radiodiffusion à une fréquence quelconque en dessous de 30 MHz, c'est-à-dire dans les bandes à ondes longues, ondes moyennes et ondes courtes, avec des contraintes de canalisation RF et des conditions de propagation différentes selon les bandes. Pour tenir compte de ces contraintes d'exploitation, plusieurs modes de transmission sont disponibles. Un mode de transmission est défini par les paramètres de transmission, qui peuvent être classés en deux types:

- les paramètres relatifs à la largeur de bande du signal;
- les paramètres relatifs à l'efficacité de la transmission.

Le premier type de paramètres définit la largeur totale de la bande de fréquences nécessaire à une transmission. Les paramètres relatifs à l'efficacité permettent un compromis entre la capacité (le débit binaire utile) et l'immunité au bruit, à la propagation par trajets multiples et à l'effet Doppler.

4.2 Architecture du système

Ce paragraphe donne la présentation générale de l'architecture du système, sur la base du schéma synoptique de la figure 1, qui appelle les paragraphes définissant les éléments individuels du système.

La figure 1 décrit le flux général des différentes classes d'information (audio, données, ...), sans distinguer entre les différents services susceptibles d'être véhiculés dans une ou plusieurs classes d'information. Une description détaillée de la distribution des services sur ces classes est donnée dans l'article 6.

4 General characteristics

4.1 System overview

The DRM system is designed to be used at any frequency below 30 MHz, i.e. within the long wave, medium wave and short wave broadcasting bands, with variable channelization constraints and propagation conditions throughout these bands. In order to satisfy these operating constraints, different transmission modes are available. A transmission mode is defined by transmission parameters classified in two types:

- signal bandwidth related parameters;
- transmission efficiency related parameters.

The first type of parameters defines the total amount of frequency bandwidth for one transmission. Efficiency related parameters allow a trade-off between capacity (useful bit rate) and ruggedness to noise, multipath and Doppler.

4.2 System architecture

This subclause gives a general presentation of the system architecture, based on the synoptic diagram of figure 1, which gives reference to the subclauses defining the individual parts of the system.

Figure 1 describes the general flow of different classes of information (audio, data, ...) and does not differentiate between different services that may be conveyed within one or more classes of information. A detailed description on the distribution of services onto those classes can be found in clause 6.

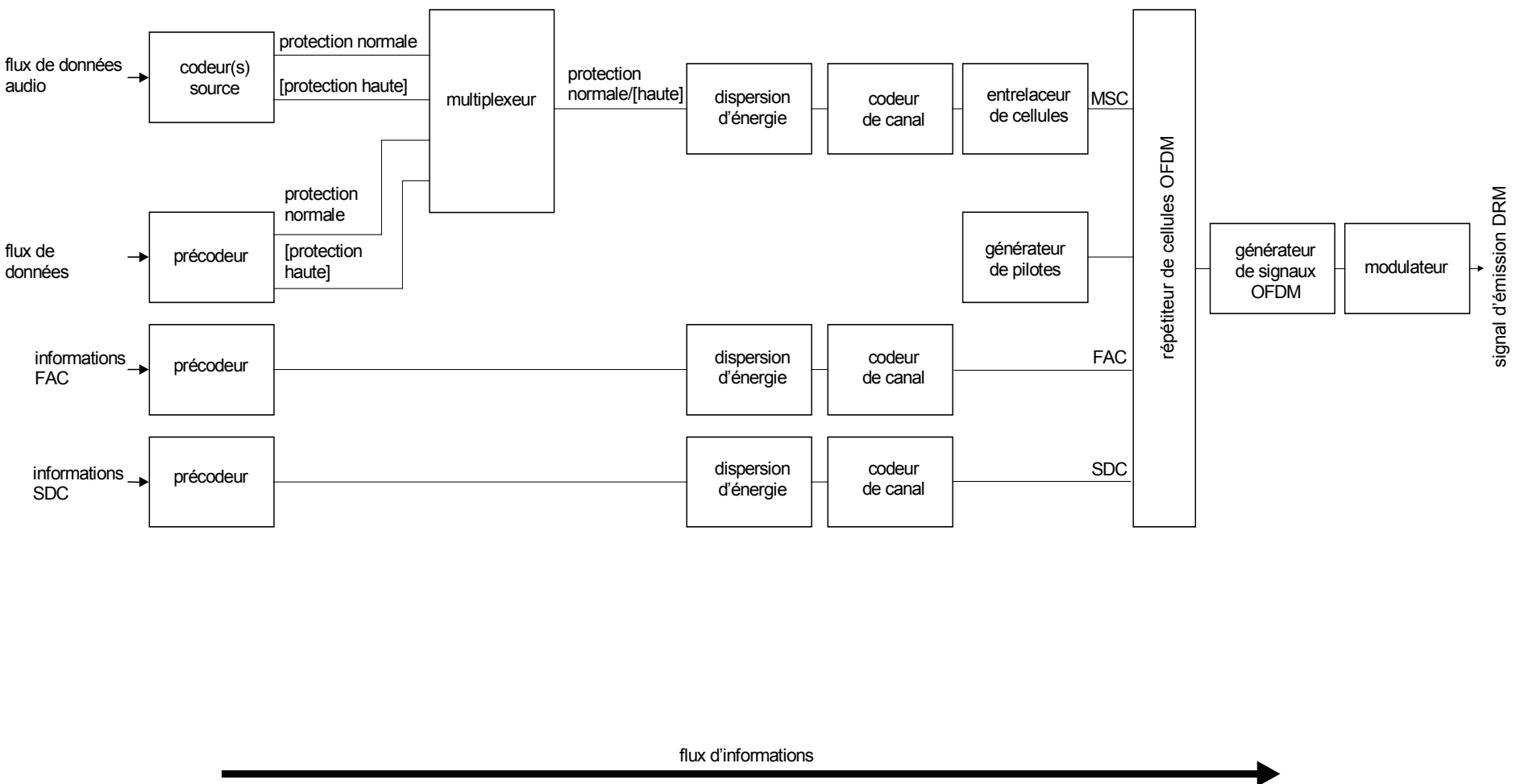


Figure 1 – Schéma synoptique définissant le concept du système de transmission DRM

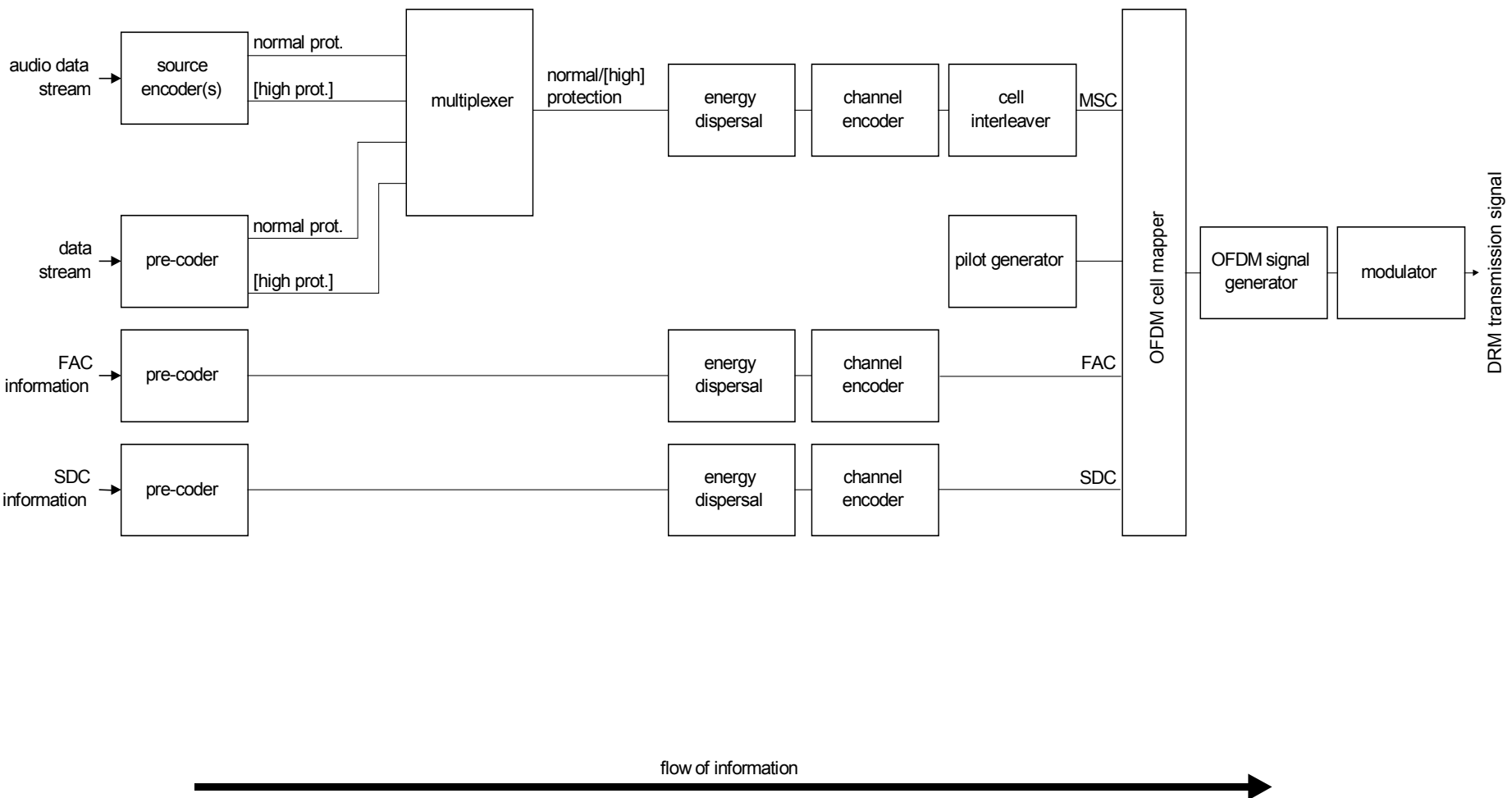


Figure 1 – Conceptual DRM transmission block diagram

IEC 479/03

Le codeur de source et les précodeurs assurent l'adaptation des flux d'entrée vers un format de transmission numérique approprié. Dans le cas du codage d'une source audio, cette fonctionnalité comprend des techniques de compression audio, telles que celles décrites en 4.3 et dans l'article 5. La sortie du ou des codeurs de source et du précodeur du flux de données peut comprendre deux parties, qui nécessitent des niveaux de protection différents dans le codeur de canal placé en aval. Tous les services doivent utiliser les deux mêmes niveaux de protection.

Le multiplexeur combine les niveaux de protection de tous les services de données et audio, tels que décrits dans l'article 6.

La dispersion d'énergie consiste à compléter de manière déterministe le flux par certains bits choisis, dans le but de réduire la possibilité d'une régularité indésirable du signal transmis due à la présence de séquences systématiques.

Le codeur de canal ajoute des informations redondantes pour assurer une transmission quasi exempte d'erreurs et définit la répartition des informations numériques codées dans les cellules QAM, comme décrit dans l'article 7.

L'entrelacement des cellules répartit les cellules QAM consécutives en une séquence de cellules séparées en temps et en fréquence de manière quasi-aléatoire, afin d'assurer une transmission robuste dans des canaux soumis à des évanouissements sélectifs et variant dans le temps. Le générateur de pilotes fournit au récepteur les moyens de déduire des informations sur l'état du canal, permettant ainsi une démodulation cohérente du signal.

Le répartiteur de cellules OFDM recueille les différentes classes de cellules pour les placer sur la grille temps-fréquence, comme spécifié dans l'article 7.

Le générateur de signaux OFDM transforme chaque ensemble de cellules ayant le même indice temporel en une représentation du signal dans le domaine temporel. À partir de là, le symbole OFDM est obtenu à partir de cette représentation dans le domaine temporel, par insertion d'un intervalle de garde constitué par une répétition cyclique d'une partie du signal, comme spécifié dans l'article 7.

Le modulateur convertit la représentation numérique du signal OFDM en signal analogique émis à l'antenne. Cette opération implique une conversion numérique-analogique et un filtrage afin de respecter le gabarit spectral défini dans l'annexe E.

4.3 Codage de source

Compte tenu des contraintes définies dans les règlements sur la radiodiffusion dans les canaux de radiodiffusion en dessous de 30 MHz, et des paramètres du schéma de codage et de modulation appliqués, le débit binaire disponible pour le codage de source va de 8 kbit/s (demi-canaux) à ≈ 20 kbit/s (canaux normaux), et jusqu'à ≈ 72 kbit/s (canaux doubles).

Pour offrir une qualité optimale à un débit binaire donné, le système dispose de plusieurs schémas de codage de source:

- Codage audio avancé AAC (Advanced Audio Coding), un sous-ensemble du système MPEG-4 utilisé dans la radiodiffusion sonore générique en monophonie et en stéréophonie et comportant des outils de protection contre les erreurs;
- CELP, un sous-ensemble du système MPEG-4 destiné à la radiodiffusion de la parole en monophonie, assurant le codage de la parole avec une robustesse aux erreurs et utilisé lorsque le débit binaire disponible est réduit ou lorsqu'il faut une robustesse aux erreurs particulièrement élevée.
- HVXC, un sous-ensemble du système MPEG-4 destiné à la radiodiffusion de la parole en monophonie, assurant le codage de la parole avec une bonne robustesse aux erreurs lorsque le débit binaire est très faible et convenant également aux applications de base de données vocales;
- Reconstitution de la bande spectrale SBR (Spectral Band Replication), un outil permettant d'améliorer le codage audio en reconstituant la bande audio complète, même avec un faible débit binaire. Cette fonction est utilisable avec AAC et CELP.

Dans les schémas de codage de source, le format utilisé pour le transport du flux binaire a été adapté aux besoins du système DRM (création de supertrames audio). Une protection d'erreurs différenciée UEP (Unequal Error Protection) peut être mise en œuvre pour améliorer le comportement du système dans les canaux susceptibles d'être perturbés.

Des dispositions sont prises pour permettre une extension future du système audio par association de deux signaux DRM.

The source encoder and pre-coders ensure the adaptation of the input streams onto an appropriate digital transmission format. For the case of audio source encoding, this functionality includes audio compression techniques as described in 4.3 and in clause 5. The output of the source encoder(s) and the data stream pre-coder may comprise two parts requiring different levels of protection within the subsequent channel encoder. All services have to use the same two levels of protection.

The multiplexer combines the protection levels of all data and audio services as described in clause 6.

The energy dispersal provides a deterministic selective complementing of bits in order to reduce the possibility that systematic patterns result in unwanted regularity in the transmitted signal.

The channel encoder adds redundant information as a means for quasi error-free transmission and defines the mapping of the digital encoded information onto QAM cells as described in clause 7.

Cell interleaving spreads consecutive QAM cells onto a sequence of cells quasi-randomly separated in time and frequency, in order to provide robust transmission in time-frequency dispersive channels. The pilot generator provides means to derive channel state information in the receiver, allowing for a coherent demodulation of the signal.

The OFDM cell mapper collects the different classes of cells and places them on the time-frequency grid as specified in clause 7.

The OFDM signal generator transforms each ensemble of cells with same time index to a time domain representation of the signal. Consecutively, the OFDM symbol is obtained from this time domain representation by inserting a guard interval as a cyclic repetition of a portion of the signal, as specified in clause 7.

The modulator converts the digital representation of the OFDM signal into the analogue signal in the air. This operation involves digital-to-analogue conversion and filtering that have to comply with spectrum requirements as described in annex E.

4.3 Source coding

Within the constraints of broadcasting regulations in broadcasting channels below 30 MHz and the parameters of the coding and modulation scheme applied, the bit rate available for source coding is in the range from 8 kbit/s (half channels) to ≈ 20 kbit/s (standard channels) to up to ≈ 72 kbit/s (double channels).

In order to offer optimum quality at a given bit rate, the system offers different source coding schemes:

- a subset of MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) including error robustness tools for generic mono and stereo audio broadcasting;
- a subset of MPEG-4 CELP speech coder for error robust speech broadcasting in mono, for cases when only a low bit rate is available or especially high error robustness is required;
- a subset of MPEG-4 HVXC speech coding for very low bit rate and error robust speech broadcasting in mono, especially well suited also for speech data base applications;
- Spectral Band Replication (SBR), an audio coding enhancement tool that allows to achieve full audio bandwidth at low bit rates. It can be applied to AAC and CELP.

The bitstream transport format of the source coding schemes has been modified to meet the requirements of the DRM system (audio superframing). Unequal error protection (UEP) can be applied to improve the system behaviour in error prone channels.

Provision is made for further enhancement of the audio system by linking two DRM signals together.

4.4 Modes de transmission

4.4.1 Paramètres relatifs à la largeur de bande du signal

Les canaux actuellement utilisés pour la radiodiffusion en dessous de 30 MHz occupent une largeur de 9 kHz ou de 10 kHz. Le système DRM est prévu pour être utilisé:

- avec ces largeurs nominales, afin de respecter la situation actuelle du plan de fréquences;
- avec la moitié de ces largeurs (4,5 kHz ou 5 kHz), pour permettre le fonctionnement en simulcast avec des signaux analogiques en modulation d'amplitude;
- avec le double de ces largeurs (18 kHz ou 20 kHz), pour disposer d'une capacité de transmission accrue, chaque fois que les contraintes du plan de fréquences le permettent.

Les paramètres relatifs à la largeur de bande du signal sont spécifiés dans l'article 8.

4.4.2 Paramètres relatifs à l'efficacité de la transmission

Pour chaque valeur du paramètre relatif à la largeur de bande du signal, des paramètres relatifs à l'efficacité de la transmission ont été définis pour permettre un compromis entre la capacité (c'est-à-dire le débit binaire utile) et l'immunité au bruit, à la propagation par trajets multiples et à l'effet Doppler. Ces paramètres sont de deux sortes:

- les paramètres relatifs au rendement du codage et aux constellations, pour définir le rendement du codage et les constellations utilisés pour acheminer les données;
- les paramètres relatifs aux symboles OFDM, pour définir la structure des symboles OFDM utilisés en fonction des conditions de propagation.

4.4.2.1 Rendements du codage et constellations

En fonction de la protection souhaitée pour chaque service ou partie de service, le système offre une gamme d'options permettant de réaliser un ou deux niveaux de protection à la fois. Selon les besoins du service, ces niveaux de protection peuvent être déterminés, soit par le rendement du codage du codeur de canal (ex. 0,6 ...), soit par le niveau de constellation (ex. 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM), soit par la modulation hiérarchique. Une définition détaillée de ces options est donnée dans l'article 7.

4.4.2.2 Paramètres OFDM

Le jeu de paramètres OFDM est présenté dans ce paragraphe. La forme d'onde du signal est spécifiée dans l'article 8. Ces valeurs sont définies pour différentes conditions de transmission relatives à la propagation, afin de disposer de plusieurs modes de protection du signal. Dans une largeur de bande donnée, les différents modes de protection correspondent à un débit de données disponible différent. Le tableau 1 illustre quelques utilisations typiques des modes de protection.

Tableau 1 – Utilisations des modes de protection

A	Canaux gaussiens avec évanouissement léger
B	Canaux sélectifs en temps et en fréquence, avec un étalement plus important des retards
C	Comme le mode de protection B, mais avec des étalements Doppler plus importants
D	Comme le mode de protection B, mais avec des étalements très importants des retards et du Doppler

Le signal transmis comporte une suite de symboles OFDM, chaque symbole étant constitué d'un intervalle de garde, suivi de la partie dite utile du symbole. Chaque symbole est la somme de K éléments sinusoïdaux, placés à des intervalles de fréquences réguliers. Chaque élément sinusoïdal, appelé "cellule", est transmis avec une amplitude et une phase données et correspond à une position de porteuse. Chaque porteuse est référencée par l'indice k , k appartenant à l'intervalle $[k_{\min}, k_{\max}]$ ($k = 0$ correspond à la fréquence de référence du signal transmis).

4.4 Transmission modes

4.4.1 Signal bandwidth related parameters

The current channel widths for radio broadcasting below 30 MHz are 9 kHz and 10 kHz. The DRM system is designed to be used:

- within these nominal bandwidths, in order to satisfy the current planning situation;
- within half these bandwidths (4,5 kHz or 5 kHz) in order to allow for simulcast with analogue AM signals;
- within twice these bandwidths (18 kHz or 20 kHz) to provide for larger transmission capacity where and when the planning constraints allow for such facility.

These signal bandwidth related parameters are specified in clause 8.

4.4.2 Transmission efficiency related parameters

For any value of the signal bandwidth parameter, transmission efficiency related parameters are defined to allow a trade off between capacity (useful bit rate) and ruggedness to noise, multipath and Doppler. These parameters are of two types:

- coding rate and constellation parameters, defining which code rate and constellations are used to convey data;
- OFDM symbol parameters, defining the structure of the OFDM symbols to be used as a function of the propagation conditions.

4.4.2.1 Coding rates and constellations

As a function of the desired protection associated within each service or part of a service, the system provides a range of options to achieve one or two levels of protection at a time. Depending on service requirements, these levels of protection may be determined by either the code rate of the channel encoder (e.g. 0,6 ...), by the constellation order (e.g. 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM), or by hierarchical modulation. Detailed definition of these options is given in clause 7.

4.4.2.2 OFDM parameter set

The OFDM parameter set is presented in this subclause. The specification of the signal waveform is given in clause 8. These values are defined for different propagation-related transmission conditions to provide various robustness modes for the signal. In a given bandwidth, the different robustness modes provide different available data rates. Table 1 illustrates typical uses of the robustness modes.

Table 1 – Robustness Mode uses

A	Gaussian channels, with minor fading
B	Time and frequency selective channels, with longer delay spread
C	As robustness mode B, but with higher Doppler spread
D	As robustness mode B, but with severe delay and Doppler spread

The transmitted signal comprises a succession of OFDM symbols, each symbol being made of a guard interval followed by the so-called useful part of the symbol. Each symbol is the sum of K sine wave portions equally spaced in frequency. Each sine wave portion, called a "cell", is transmitted with a given amplitude and phase and corresponds to a carrier position. Each carrier is referenced by the index k , k belonging to the interval $[k_{\min}, k_{\max}]$ ($k = 0$ corresponds to the reference frequency of the transmitted signal).

Les paramètres temporels des symboles OFDM sont exprimés sous forme de multiples de la période de temps élémentaire T , égale à $83^{1/3}$ μs . Ces paramètres sont:

- T_g : durée de l'intervalle de garde;
- T_s : durée d'un symbole OFDM;
- T_u : durée de la partie utile (orthogonale) d'un symbole OFDM (c'est-à-dire sans l'intervalle de garde).

Les symboles OFDM sont regroupés pour former des trames de transmission de durée T_f .

Comme spécifié dans l'article 8, un certain nombre de cellules de chaque symbole OFDM sont transmises avec une amplitude et une phase prédéterminées afin de servir de référence dans le processus de démodulation. Elles sont appelées "pilotes de référence" et représentent une certaine proportion du nombre total de cellules.

Tableau 2 – Paramètres des symboles OFDM

	A	B	C	D
T (μs)	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$
T_u (ms)	$\frac{24}{(288 \times T)}$	$\frac{21^{1/3}}{(256 \times T)}$	$\frac{14^{2/3}}{(176 \times T)}$	$\frac{9^{1/3}}{(112 \times T)}$
T_g (ms)	$\frac{2^{2/3}}{(32 \times T)}$	$\frac{5^{1/3}}{(64 \times T)}$	$\frac{5^{1/3}}{(64 \times T)}$	$\frac{7^{1/3}}{(88 \times T)}$
T_g / T_u	1/9	1/4	4/11	11/14
$T_s = T_u + T_g$ (ms)	$26^{2/3}$	$26^{2/3}$	20	$16^{2/3}$
T_f (ms)	400	400	400	400

The time-related OFDM symbol parameters are expressed in multiples of the elementary time period T , which is equal to $83^{1/3} \mu\text{s}$. These parameters are:

- T_g : duration of the guard interval;
- T_s : duration of an OFDM symbol;
- T_u : duration of the useful (orthogonal) part of an OFDM symbol (i.e. excluding the guard interval).

The OFDM symbols are grouped to form transmission frames of duration T_f .

As specified in clause 8, a certain number of cells in each OFDM symbol are transmitted with a predetermined amplitude and phase, in order to be used as references in the demodulation process. They are called "reference pilots" and represent a certain proportion of the total number of cells.

Table 2 – OFDM symbol parameters

	A	B	C	D
T (μs)	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$	$83^{1/3}$
T_u (ms)	$\frac{24}{(288 \times T)}$	$\frac{21^{1/3}}{(256 \times T)}$	$\frac{14^{2/3}}{(176 \times T)}$	$\frac{9^{1/3}}{(112 \times T)}$
T_g (ms)	$\frac{2^{2/3}}{(32 \times T)}$	$\frac{5^{1/3}}{(64 \times T)}$	$\frac{5^{1/3}}{(64 \times T)}$	$\frac{7^{1/3}}{(88 \times T)}$
T_g / T_u	1/9	1/4	4/11	11/14
$T_s = T_u + T_g$ (ms)	$26^{2/3}$	$26^{2/3}$	20	$16^{2/3}$
T_f (ms)	400	400	400	400

5 Modes de codage de source

5.1 Présentation

Dans le système DRM, les options disponibles pour le codage de source sont celles représentées à la figure 2.

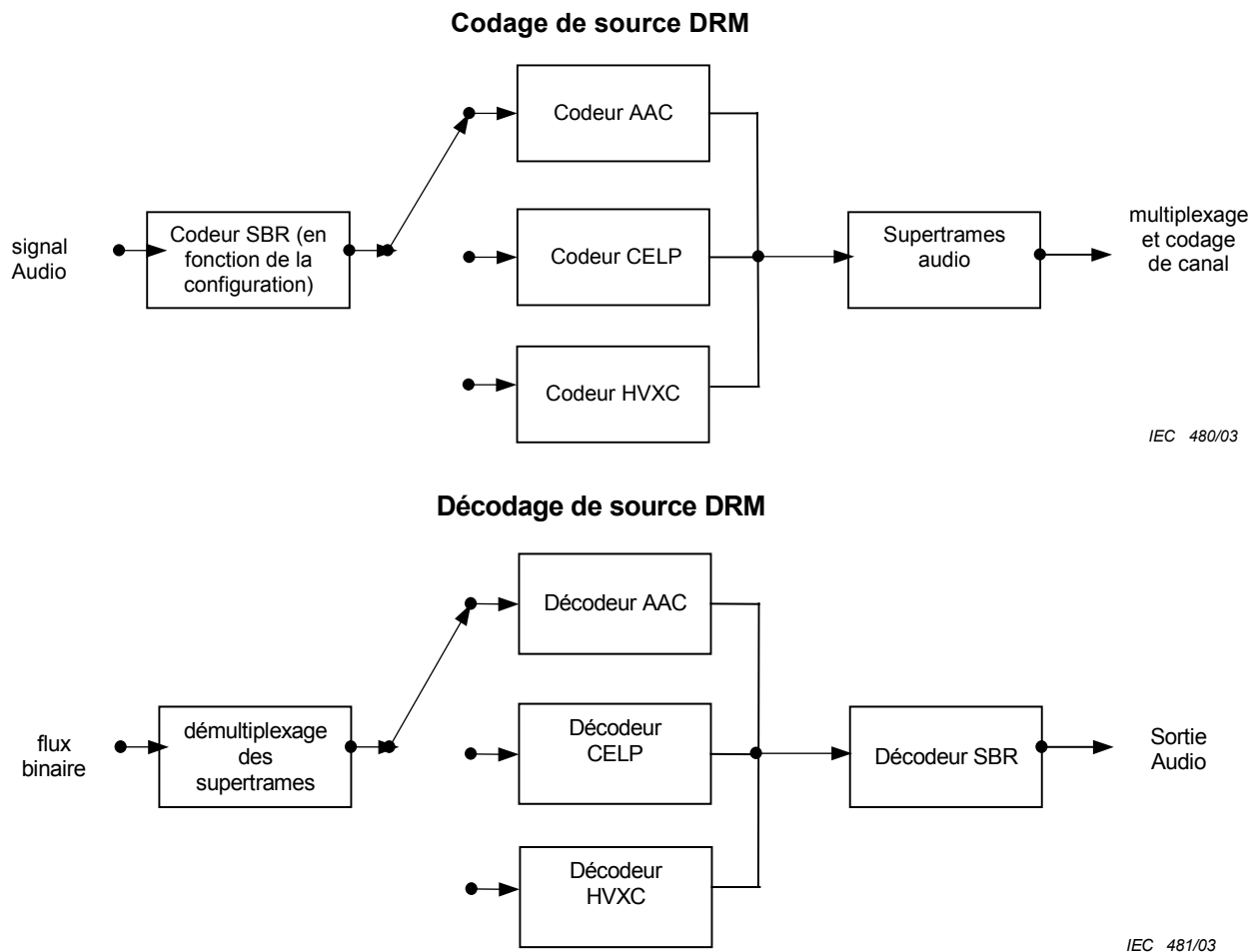


Figure 2 – Schéma synoptique du codage et du décodage de source

Comme décrit en 4.3, le système DRM dispose d'un codage audio générique (AAC) et de deux codeurs de parole (CELP et HVXC). En règle générale, il est possible d'utiliser une méthode de reconstruction des hautes fréquences (SBR) pour améliorer la qualité de perception du son. Actuellement, l'utilisation de la fonction SBR est seulement définie avec le codage AAC. Il est important que les trames audio codées puissent être combinées dans des supertrames audio de durée constante. Le multiplexage et la protection UEP des services audio ou de parole sont réalisés par l'intermédiaire des unités de multiplexage et de codage de canal. Les informations sur la configuration spécifique du signal audio sont transmises dans le canal SDC (voir 6.4.3.10).

5.1.1 Codage audio AAC

Pour le codage audio générique, on utilise un sous-ensemble de la boîte à outils du système MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding), particulièrement adapté à l'environnement du système DRM. A titre d'exemple, dans un canal de radiodiffusion en ondes courtes il est possible d'utiliser une configuration normale de 20 kbit/s mono AAC.

Dans le système DRM, les caractéristiques spécifiques du flux binaire AAC sont les suivantes:

- Débit binaire: l'AAC est utilisable quel que soit le débit binaire. Le découpage en octets de la supertrame audio de 400 ms mène à une granularité de 20 bit/s pour le débit binaire avec AAC;
- Fréquences d'échantillonnage: les fréquences d'échantillonnage autorisées sont 12 kHz et 24 kHz;

5 Source coding modes

5.1 Overview

The source coding options in the DRM system are shown in figure 2.

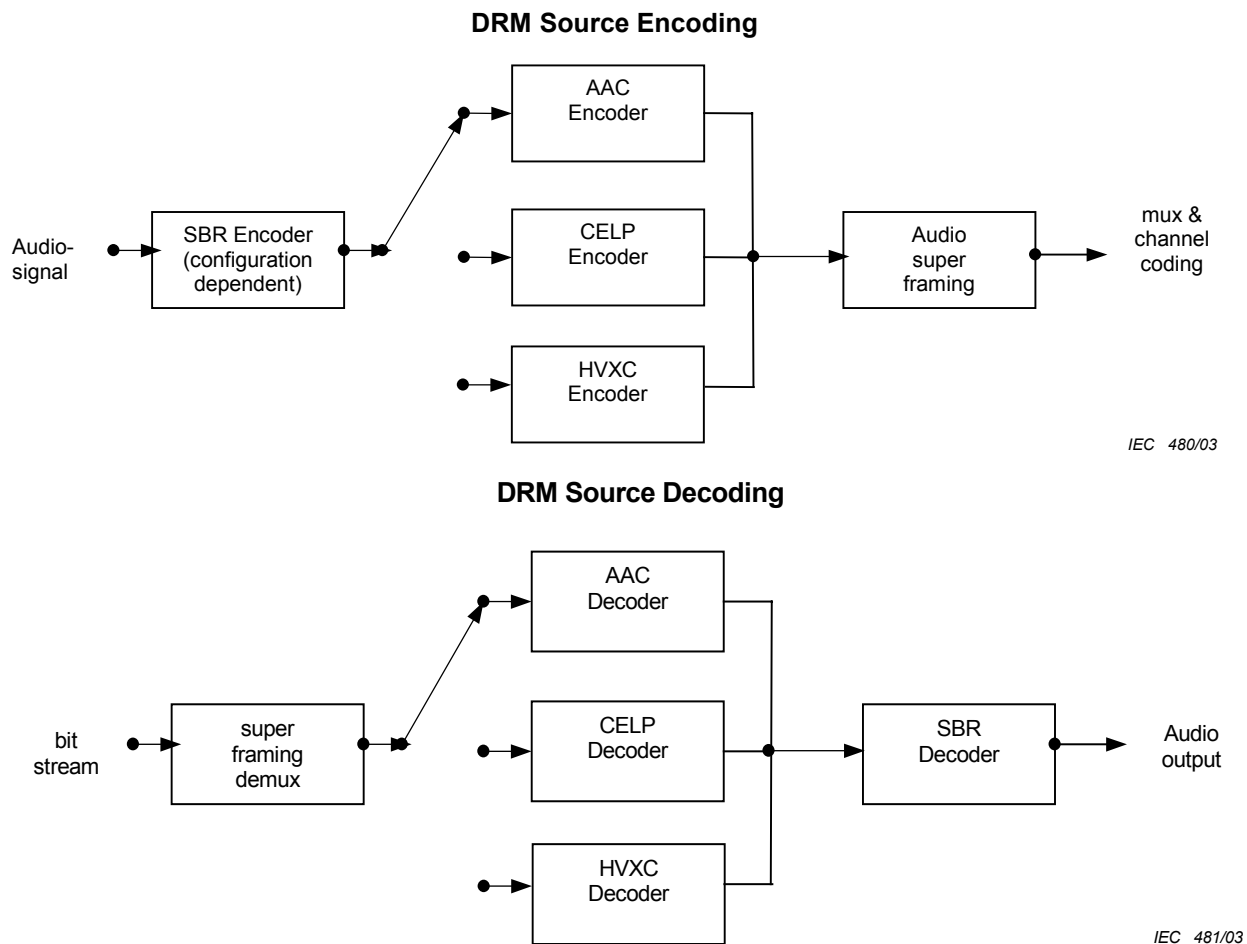


Figure 2 – Source coding overview

As described in 4.3, the DRM system offers audio coding (AAC) and speech coding (CELP and HVXC). In general, a high frequency reconstruction method (SBR) can be used to enhance the perceptual audio quality. However, at present the use of SBR is only defined for use with AAC. Special care is taken so that the encoded audio can be composed into audio super frames of constant length. Multiplexing and UEP of audio/speech services is done by means of the multiplex and channel coding units. Audio specific configuration information is transmitted in the SDC (see 6.4.3.10).

5.1.1 AAC Audio Coding

For generic audio coding, a subset of the MPEG-4 Advanced Audio Coding (AAC) toolbox chosen to best suit the DRM system environment is used. For example a standard configuration for use in one short wave channel could be 20 kbit/s mono AAC.

Specific features of the AAC stream within the DRM system are:

- Bit rate: AAC can be used at any bit rate. Byte-alignment of the 400 ms audio super frame leads to a granularity of 20 bit/s for the AAC bit rate;
- Sampling rates: permitted sampling rates are 12 kHz and 24 kHz;

- Longueur de la transformée: la longueur de la transformée est de 960 pour assurer qu'une trame audio corresponde à une durée de 80 ms ou de 40 ms. Cela est nécessaire pour harmoniser la durée des trames dans les schémas de codage CELP et AAC et permettre ainsi la combinaison d'un nombre entier de trames audio pour construire une supertrame audio d'une durée de 400 ms;
- Robustesse aux erreurs: un sous-ensemble des outils du système MPEG-4 est utilisé pour améliorer la robustesse aux erreurs du flux binaire AAC dans les canaux susceptibles d'être perturbés;
- Création de supertrames audio: 5 trames audio (12 kHz) ou 10 trames audio (24 kHz) sont combinées dans une supertrame audio, qui correspond toujours à une durée de 400 ms. Les trames audio formant une supertrame audio sont codées ensemble, afin que chaque supertrame audio soit de durée constante, et que l'échange de bits entre les trames audio ne soit possible qu'à l'intérieur d'une supertrame audio. Une supertrame audio est toujours placée dans une trame logique (voir article 6). De la sorte, le codage audio ne nécessite aucune synchronisation supplémentaire. La recherche des limites de trame et la protection UEP sont également assurées à l'intérieur de la supertrame audio;
- UEP: l'application d'une protection UEP au flux binaire AAC améliore les performances et le fonctionnement en présence d'un taux d'erreurs binaires (BER) élevé. La protection d'erreurs différenciée (UEP) est réalisée à travers les unités de multiplexage et de codage.

5.1.2 Codage MPEG CELP

Pour le codage de la parole, le système DRM dispose du mode MPEG CELP pour assurer une qualité sonore raisonnable avec un débit binaire sensiblement inférieur au débit normal (ex. fonctionnement à la moitié du débit normal, c'est-à-dire à 8 kbit/s). Les scénarios possibles pour l'utilisation du codeur de parole sont:

- Applications à deux ou trois signaux de parole: au lieu d'un programme audio unique entre 20 et 24 kbit/s, le canal contient deux ou trois signaux de parole entre 8 et 10 kbit/s, ce qui permet la transmission simultanée de plusieurs paroles;
- Services de parole en plus d'un service audio;
- Émissions en simulcast: dans le cas d'un simulcast analogique/numérique, le débit binaire disponible peut descendre à 8 kbit/s;
- Applications de parole particulièrement robustes: de par sa nature, un codeur pour la parole est susceptible d'offrir une meilleure robustesse aux erreurs affectant le canal. C'est pourquoi, un codage de parole à 8 kbit/s peut assurer un codage ultra-robuste de la parole dans un seul canal.

Les caractéristiques principales du codage MPEG CELP sont les suivantes:

- Fréquence d'échantillonnage de 8 kHz ou de 16 kHz;
- Débits binaires compris entre 4 kbit/s et 20 kbit/s;
- Robustesse aux erreurs;
- Combinaison d'un nombre entier de trames CELP pour construire une supertrame audio.

5.1.3 Codage MPEG HVXC

Pour le codage de parole, le système DRM dispose aussi du mode MPEG-4 HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding) pour assurer une qualité raisonnable de la parole avec un débit binaire très bas, par exemple à 2,0 kbit/s. Les débits binaires rendus possibles par le codage HVXC ouvrent au système DRM de nouvelles applications, comme:

- Services de parole en plus d'un service audio;
- Applications multilingues;
- Mémorisation de programmes multiples, telles que des bulletins d'information, des bases de données dans une radio équipée d'une mémoire (à titre d'exemple, un total d'environ 4,5 heures de programme radio peut être stocké dans une mémoire flash de 4 Mo);
- Changement de l'échelle de temps pour la navigation ou la recherche rapide d'un programme mémorisé;
- Transmission fortement protégée contre les erreurs, avec ou sans modulation hiérarchique.

- Transform length: the transform length is 960 to ensure that one audio frame corresponds to 80 ms or 40 ms in time. This is required to harmonize CELP and AAC frame lengths and thus to allow the combination of an integer number of audio frames to build an audio super frame of 400 ms duration;
- Error robustness: a subset of MPEG-4 tools is used to improve the AAC bitstream error robustness in error prone channels;
- Audio super framing: 5 (12 kHz) or 10 (24 kHz) audio frames are composed into one audio super frame, which always corresponds to 400 ms in time. The audio frames in the audio super frames are encoded together such that each audio super frame is of constant length, i.e. that bit exchange between audio frames is only possible within an audio super frame. One audio super frame is always placed in one logical frame (see clause 6). In this way no additional synchronization is needed for the audio coding. Retrieval of frame boundaries and provisions for UEP are also taken care of within the audio super frame;
- UEP: better graceful degradation and better operation at higher BERs is achieved by applying UEP to the AAC bitstream. Unequal error protection is realized via the multiplex/coding units.

5.1.2 MPEG CELP coding

MPEG CELP speech coding is offered in the DRM system to allow for reasonable speech quality at bit rates significantly below the standard rate (for example "half rate" operation at 8 kbit/s). Possible scenarios for the use of the speech coder are:

- Dual/triple speech applications: instead of one audio program at 20 kbit/s to 24 kbit/s, the channel contains two or three speech signals of 8 kbit/s to 10 kbit/s each, allowing simultaneous speech transmissions;
- Speech services in addition to an audio service;
- Simulcast transmissions: in case of analogue/digital simulcast only bit rates as low as 8 kbit/s may be available;
- Very robust speech applications: due to its nature a speech coder can be expected to offer higher robustness against channel errors. Therefore 8 kbit/s speech coding can be used to do ultra robust speech coding in one channel.

Basic features of MPEG CELP coding are:

- 8 kHz or 16 kHz sampling rate;
- Bit rates between 4 kbit/s and 20 kbit/s;
- Error robustness;
- Composition of an integer number of CELP frames to build one audio super frame.

5.1.3 MPEG HVXC coding

MPEG-4 HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding) speech coding is offered in the DRM system to allow for reasonable speech quality at very low bit rates such as 2,0 kbit/s. The operating bit rates of HVXC open up new applications for DRM such as:

- Speech services in addition to an audio service;
- Multi-language application;
- Solid-state storage of multiple programs such as news, data base in a card radio (e.g. total of about 4,5 hours of radio programs can be stored in 4 MByte Flash memory);
- Time scale modification for fast playback/browsing of stored program;
- Highly error robust transmission with or without hierarchical modulation scheme.

Les caractéristiques principales du codage HVXC sont les suivantes:

- Fréquence d'échantillonnage de 8 kHz;
- Débits binaires compris entre 2,0 kbit/s et 4,0 kbit/s pour le codage à débit fixe;
- Changement de l'échelle de temps et de la hauteur avec un facteur quelconque;
- Une syntaxe robuste aux erreurs est supportée et il est possible d'utiliser un CRC pour améliorer la robustesse aux erreurs du flux binaire HVXC dans les canaux susceptibles d'être perturbés;
- Combinaison d'un nombre entier constant de trames HVXC (20) pour construire une supertrame audio.

5.1.4 Codage avec SBR

Pour maintenir une qualité raisonnable du son perçu lorsque le débit binaire est faible, les algorithmes classiques utilisés pour le codage des sources audio ou de parole doivent limiter la bande passante audio et opérer à une fréquence d'échantillonnage réduite. Il est souhaitable de disposer d'une bande passante audio large, même dans les environnements caractérisés par un débit binaire très faible. La fonction SBR (Spectral Band Replication) permet d'atteindre cet objectif.

La fonction SBR sert à recréer la bande des hautes fréquences manquante du signal audio, qui n'a pas pu être codée par le codeur. Pour y parvenir dans les meilleures conditions, il est nécessaire d'inclure quelques informations auxiliaires dans le flux binaire audio, ce qui a pour effet de réduire légèrement le débit de données disponible du codeur audio. Ces informations auxiliaires, calculées sur toute la largeur de bande du signal avant le codage, aident à reconstituer les hautes fréquences après le décodage audio ou de parole.

La fonction SBR existe en deux versions. SBR-LC, un outil à faible complexité pour une qualité sonore moyenne, et SBR-HQ, un outil qui offre une qualité sonore supérieure par rapport à SBR-LC, mais au prix d'une plus grande complexité. Les deux versions sont compatibles avec tous les codeurs et tous les flux binaires et offrent donc une bonne sécurité d'avenir. La différence entre les deux versions se reflète uniquement dans la conception du décodeur.

La technique mise en œuvre par la fonction SBR est décrite en détail en 5.6.

5.2 UEP et supertrames audio

Les schémas de codage modernes sont fortement optimisés en termes d'efficacité du codage, ce qui, selon la théorie de l'information, aboutit à une entropie des bits presque inchangée. Si cette hypothèse est vraie, il est nécessaire d'optimiser le codage de canal, de manière à minimiser la quantité totale d'erreurs résiduelles, désignée généralement par le terme de "taux d'erreurs binaires" ou BER (Bit Error Rate). Ce critère peut être rempli par une méthode de codage de canal, appelée protection d'erreurs uniforme ou EEP (Equal Error Protection), dans laquelle tous les bits d'information sont protégés avec le même degré de redondance.

Cependant, les effets audibles des erreurs ne sont pas indépendants de la partie du flux binaire qui a été affectée par l'erreur. Cette sensibilité inégale aux erreurs est bien connue des systèmes de codage audio utilisés dans les systèmes de radiodiffusion et de communication, comme le DAB (Eureka 147) ou le GSM. La solution optimisée pour gérer cette sensibilité inégale aux erreurs est appelée protection d'erreurs différenciée ou UEP (Unequal Error Protection). Dans un tel système, les informations plus sensibles bénéficient d'une protection renforcée, tandis que la partie moins sensible du flux binaire doit se contenter d'une protection moindre.

Le codage de canal avec l'UEP exige des trames de durée constante, et aussi un profil UEP qui soit constant pour un débit binaire donné. Comme l'AAC est un codage qui produit des trames de durée variable, plusieurs trames codées sont regroupées dans une supertrame audio, dont le débit binaire est constant. Puisque le codage de canal est réalisé à base de supertrames audio, ces dernières sont elles-mêmes constituées de deux parties: une partie plus protégée et une partie moins protégée. C'est pourquoi, les trames audio codées doivent à leur tour être divisées en deux parties. Des détails supplémentaires sur la structure des supertrames audio pour AAC, CELP et HVXC sont donnés dans les paragraphes qui suivent. A noter que HVXC est destiné à être utilisé uniquement avec l'EEP.

Basic features of HVXC coding are:

- 8 kHz sampling rate;
- Bit rates of 2,0 kbit/s and 4,0 kbit/s for fixed rate coding;
- Time scale and pitch modification of arbitrary amounts;
- Error robust syntax is supported, and a CRC tool can be used to improve the error robustness of the HVXC bitstream in error prone channels;
- Composition of a constant integer number of HVXC frames (20) to build one audio super frame.

5.1.4 SBR coding

To maintain a reasonable perceived audio quality at low bit rates, classical audio or speech source coding algorithms need to limit the audio bandwidth and to operate at low sampling rates. It is desirable to be able to offer high audio bandwidth also in very low bit rate environments. This can be realized by the use of SBR (Spectral Band Replication).

The purpose of SBR is to recreate the missing high frequency band of the audio signal that could not be coded by the encoder. In order to do this in the best possible way, some side information needs to be transmitted in the audio bitstream, removing a small percentage of the available data rate from the audio coder. This side information is computed on the full bandwidth signal, prior to encoding and aids the reconstruction of the high frequencies after audio/speech decoding.

SBR exists in two versions. SBR-LC, a tool of low complexity, that offers intermediate sound quality, and SBR-HQ a tool that offers higher sound quality compared to SBR-LC, albeit at a somewhat higher complexity. Both versions are encoder and bitstream compatible and thus offer a "future-proof" upgrade concept. The version difference is only reflected in the decoder design.

The SBR technique is described in detail in 5.6.

5.2 UEP and audio super framing

Today's coding schemes are highly optimized in terms of coding efficiency and according to information theory this should lead to the fact, that the entropy of the bits is nearly equal. If this assumption is true, then the channel coding must be optimized, such that the total amount of residual errors usually referred to as bit error rate (BER) is minimized. This criteria can be fulfilled by a channel coding method called equal error protection (EEP), where all information bits are protected with the same amount of redundancy.

However, the audible effects of errors are not independent of the part of the bitstream that was hit by the error. This behaviour of unequal error sensitivity is well known for source coding schemes that are used in broadcast and communication systems, e.g. DAB (Eureka 147) or GSM. The optimized solution to cope with this unequal error sensitivity is called unequal error protection (UEP). In such a system, higher protection is assigned to the more sensitive information, whereas lower protection is assigned to the less sensitive part of the bitstream.

To accommodate for UEP channel coding, it is necessary to have frames with a constant length and a UEP profile that is constant as well for a given bit rate. Since AAC is a coding scheme with a variable length, several coded frames are grouped together to build one audio super frame. The bit rate of the audio super frame is constant. Since the channel coding is based on audio super frames, the audio super frames themselves consist of two parts: a higher protected part and a lower protected part. Therefore, the coded audio frames themselves have to be split into these two parts. Further details on the audio super frame structure of AAC, CELP and HVXC are provided in the subsequent subclauses. Note that HVXC is intended for use with the EEP scheme only.

Tableau 3 – Syntaxe de "audio_super_frame()"

Syntaxe	Nombre de bits	Note
<pre> Audio_super_frame(audio_info) // informations audio en provenance du canal SDC { switch (audio_info.audio_coding) { case AAC: aac_super_frame(audio_info) break; case CELP: celp_super_frame(audio_info) break; case HVXC: hvxc_super_frame(audio_info) break; } } </pre>		

NOTE: Le canal SDC décrit le codeur audio utilisé, ainsi que les paramètres associés à ce codeur. Il fournit aussi des informations sur la fréquence d'échantillonnage et le débit binaire (voir article 6).

5.3 Codage AAC

Les deux paragraphes suivants expliquent la manière dont les trames AAC et AAC + SBR s'intègrent dans la supertrame audio.

5.3.1 AAC

La définition du système audio MPEG-4 figure dans la norme ISO/CEI 14496-3 [2]. Le système MPEG-4 AAC pour le codage audio générique fait partie du système audio MPEG-4. Deux versions ont été définies, mais dans les canaux susceptibles d'être perturbés seule la version 2 doit être utilisée. Dans le système DRM, les flux binaires AAC sont donc des flux binaires MPEG-4 version 2. Parmi les types d'objets audios possibles, seul le type d'objet AAC à faible complexité (ID 17), robuste aux erreurs, qui fait partie du Profil Audio Haute Qualité, est utilisé dans le système DRM.

Utilisation spécifique du codage MPEG-4 AAC dans le système DRM: Trois outils de protection contre les erreurs sont utilisables dans un flux binaire MPEG-4 AAC version 2: Huffman Codeword Reordering HCR (réorganisation des mots de code de Huffman), Virtual Codebooks for Codebook 11 VCB11 (tables de codes virtuelles pour la table de codes 11) et Reversible Variable Length Coding RVLC (codage réversible à longueur variable). Dans le système DRM, tous les flux binaires AAC doivent utiliser l'outil HCR, qui parvient à réduire de manière significative la sensibilité aux erreurs du flux binaire avec un surdébit minimal. L'outil VCB11 doit être utilisé car, pour les faibles débits binaires, il engendre un surdébit inférieur à 1 %. L'outil RVLC ne doit pas être utilisé, car il introduit un surdébit significatif et constitue donc un inconvénient majeur, compte tenu du faible débit binaire du système DRM.

L'outil Perceptual Noise Substitution PNS (substitution de bruit en fonction de la perception) du système MPEG-4 AAC n'est pas utilisé dans le système DRM, car le SBR est mieux à même d'assurer cette fonctionnalité.

Pour le système DRM, la transformée 960 doit être utilisée.

Avec une fréquence d'échantillonnage de 12 kHz, 5 trames AAC doivent être combinées dans une supertrame audio.

Avec une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz, 10 trames AAC doivent être combinées dans une supertrame audio.

Lorsque le mode stéréo est utilisé, AAC doit être mis en œuvre avec une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz.

Aucune extension_payload() normale ne doit être utilisée et la seule extension autorisée est SBR (signalée dans le canal SDC).

Dans une trame audio stéréophonique, la voie gauche et la voie droite sont transmises avec entrelacement, de manière à réduire la sensibilité aux erreurs à l'intérieur de la trame stéréo.

Element_instance_tag n'est pas utilisé avec un single_channel_element() ou un channel_pair_element(), ce qui permet d'économiser 4 bits.

En appliquant les règles ci-dessus, tout flux binaire AAC du système DRM peut facilement être traduit en un flux binaire compatible MPEG-4 V2.

Table 3 – Syntax of audio_super_frame()

	Syntax	No. of bits	Note
Audio_super_frame(audio_info)	// audio info from the SDC		
<pre> { switch (audio_info.audio_coding) { case AAC: aac_super_frame(audio_info) break; case CELP: celp_super_frame(audio_info) break; case HVXC: hvxc_super_frame(audio_info) break; } } </pre>			

NOTE: The SDC describes the audio coder used, and the parameters associated with that coder. It also provides information about the sampling rate and bit rate used (see clause 6).

5.3 AAC coding

The following two subclauses explain how the AAC and AAC + SBR frames fit into the audio super frame.

5.3.1 AAC

ISO/IEC 14496-3 [2] defines the MPEG-4 Audio standard. The audio coding standard MPEG-4 AAC is part of the MPEG-4 Audio standard. Two versions are defined, but only version 2 is intended for the use in error prone channels. The AAC bitstreams in the DRM system are therefore MPEG-4 version 2 bitstreams. From the possible audio object types, only the Error Robust (ER) AAC Low Complexity object type (Object Type ID = 17), which is part of the High Quality Audio Profile, is used in the DRM system.

DRM specific usage of MPEG-4 AAC: Three error robustness tools may be used within an MPEG-4 version 2 AAC bitstream: HCR (Huffman Codeword Reordering), VCB11 (Virtual Codebooks for Codebook 11) and RVLC (Reversible Variable Length Coding). In the DRM system, all AAC bitstreams shall use the HCR tool, since this tool reduces the error sensitivity of the bitstream significantly with a minimum of overhead. The VCB11 tool shall be used, since for low bit rates, the VCB11 overhead is less than 1 %. The RVLC tool is not used, since it introduces a significant bit rate overhead that is a major drawback for the low bit rates used by DRM.

The MPEG-4 AAC tool PNS (Perceptual Noise Substitution) is not used in DRM since SBR provides this functionality more appropriately.

For DRM the 960 transform shall be used.

When 12 kHz sampling is used, 5 AAC frames shall be combined into one audio super frame.

When 24 kHz sampling is used, 10 AAC frames shall be combined into one audio super frame.

The AAC sampling rate shall be 24 kHz when the stereo mode is used.

No standard extension_payload() shall be used and the only allowed extension is SBR (signalled via SDC).

The left and the right channel in one stereo audio frame are transmitted in an interleaved way to achieve a decreasing error sensitivity within the stereo frame.

The element_instance_tag for a single_channel_element(), respectively a channel_pair_element(), is not used in order to save 4 bits.

Any DRM AAC bitstream can easily be translated into an MPEG-4 V2 compliant bitstream by applying the above rules.

Le système MPEG-4 définit la manière dont sont mémorisés les bits pour une trame audio AAC brute, robuste aux erreurs. Chaque élément du flux binaire AAC, robuste aux erreurs, se voit attribuer une catégorie de sensibilité aux erreurs. Dans le système DRM, deux trames audio AAC robustes aux erreurs sont possibles:

une trame audio monophonique

Une trame audio monophonique comporte trois parties consécutives, appelées par la suite, mono1, mono2 et mono3. Mono1 contient les bits d'information auxiliaire SI (Side Information), mono2 contient les bits TNS (Temporal Noise Shaping) et mono3 contient les bits de données spectrales. La sensibilité aux erreurs diminue de mono1 à mono3.

une trame audio stéréophonique

Une trame audio stéréophonique est constituée de sept parties consécutives, appelées par la suite, stereo1 (informations communes aux deux voies), stereo2 (informations auxiliaires voie gauche), stereo3 (informations auxiliaires voie droite), stereo4 (TNS voie gauche), stereo5 (TNS voie droite), stereo6 (données spectrales voie gauche), stereo7 (données spectrales voie droite). Grâce à l'entrelacement des voies gauche et droite, la sensibilité aux erreurs diminue de stereo1 à stereo7.

5.3.1.1 Superframe audio AAC

Tableau 4 – Syntaxe de "aac_super_frame()"

Syntaxe	Nombre de bits	Note
<pre> aac_super_frame(audio_info) // informations audio en provenance du canal SDC { switch (audio_info.audio_sampling_rate) { // seules les valeurs 12 000 et 24 000 sont autorisées case 12000: num_frames = 5; break; case 24000: num_frames = 10; break; } aac_super_frame_header(num_frames - 1) for (f = 0; f < num_frames; f++) { // higher_protected_block for (b = 0; b < num_higher_protected_bytes; b++) audio_frame[f][b] aac_crc_bits[f] } // lower_protected_part for (f = 0; f < num_frames; f++) { num_lower_protected_bytes = frame_length[f] - num_higher_protected_bytes; for (b = 0; b < num_lower_protected_bytes; b++) audio_frame[f][num_higher_protected_bytes + b] } } </pre>	8 8 8	voir annexe D
NOTE 1: num_higher_protected_bytes est dérivé du profil UEP utilisé (voir article 6).		
NOTE 2: audio_frame est soit une trame AAC, soit une trame AAC + SBR.		

The MPEG-4 standard defines how the bits for one raw error robust AAC audio frame are stored. Each element of the error robust AAC bitstream is assigned an error sensitivity category. In the DRM system there are two possible error robust AAC audio frames:

mono audio frame

One mono audio frame consists of three consecutive parts, hereinafter called mono1, mono2 and mono3. Mono1 contains the side information (SI) bits, mono2 contains the TNS (Temporal Noise Shaping) bits and mono3 contains the spectral data bits. The error sensitivity decreases from mono1 to mono3.

stereo audio frame

One stereo audio frame consists of seven consecutive parts, hereinafter called stereo1 (common side info), stereo2 (side info left channel), stereo3 (side info right channel), stereo4 (TNS left channel), stereo5 (TNS right channel), stereo6 (spectral data left channel), stereo7 (spectral data right channel). With this interleaving of left and right channel, the error sensitivity is decreasing from stereo1 to stereo7.

5.3.1.1 AAC audio super frame

Table 4 – Syntax of aac_super_frame()

Syntax	No. of bits	Note
<pre> aac_super_frame(audio_info) // audio info from the SDC { switch (audio_info.audio_sampling_rate) { // only 12 000 and 24 000 is allowed case 12000: num_frames = 5; break; case 24000: num_frames = 10; break; } aac_super_frame_header(num_frames - 1) for (f = 0; f < num_frames; f++) { // higher_protected_block for (b = 0; b < num_higher_protected_bytes; b++) audio_frame[f][b] aac_crc_bits[f] } // lower_protected_part for (f = 0; f < num_frames; f++) { num_lower_protected_bytes = frame_length[f] - num_higher_protected_bytes; for (b = 0; b < num_lower_protected_bytes; b++) audio_frame[f][num_higher_protected_bytes + b] } } </pre>	8 8 8	see annex D
NOTE 1: num_higher_protected_bytes is derived from the UEP profile used (see clause 6). NOTE 2: audio_frame is either an AAC or an AAC + SBR frame.		

Tableau 5 – Syntaxe de "aac_super_frame_header()"

Syntaxe	Nombre de bits	Note
<pre> aac_super_frame_header(num_borders) { previous_border = 0; for (n = 0; n < num_borders; n++) { frame_length[n] = frame_border - previous_border; // limite de trame en octets previous_border = frame_border; } frame_length[num_borders] = audio_payload_length - previous_border; if (num_borders == 9) reserved // alignement par octets } </pre>	12 4	
NOTE: audio_payload_length est dérivé de la longueur de la supertrame audio (data_length_of_part_A + data_length_of_part_B) après soustraction du surdébit de la supertrame audio (octets utilisés pour aac_super_frame_header() et pour aac_crc_bits()).		

partie plus protégée

La partie plus protégée contient un en-tête, suivi de num_frames blocs bénéficiant d'une protection renforcée. num_frames est le nombre de trames audio dans la supertrame audio.

en-tête

L'en-tête contient les informations nécessaires pour récupérer la longueur des num_frames trames AAC mémorisées dans la supertrame audio.

Toutes les longueurs de trame sont déduites à partir des positions absolues des limites de trame. Ces limites de trame sont mémorisées dans l'en-tête, à la suite. Chaque limite de trame occupe 12 bits (entier non signé, bit de poids fort en premier). La limite de trame se mesure en octets à partir du début de la séquence du flux binaire AAC. 4 bits de bourrage sont ajoutés pour le cas où num_frames = 10. Les limites de trame mémorisées dans l'en-tête sont au nombre de num_frames-1.

bloc à protection renforcée

Un bloc à protection renforcée contient un certain nombre d'octets, à compter du début de chaque trame AAC, en fonction du profil UEP. Il est suivi de 8 bits de contrôle CRC, dérivés des bits de CRC de la trame AAC correspondante (voir annexe D pour le calcul du CRC). Dans le cas d'un signal monophonique, les bits de CRC couvrent (mono1, mono2). Dans le cas d'un signal stéréophonique, les bits de CRC couvrent (stereo1, stereo2, stereo3, stereo4, stereo5).

partie moins protégée

Les octets moins protégés des trames AAC (les octets restants, non inclus dans la partie plus protégée) sont mémorisés à la suite, dans la partie moins protégée.

Table 5 – Syntax of aac_super_frame_header()

Syntax	No. of bits	Note
<pre> aac_super_frame_header(num_borders) { previous_border = 0; for (n = 0; n < num_borders; n++) { frame_length[n] = frame_border - previous_border; // frame border in bytes previous_border = frame_border; } frame_length[num_borders] = audio_payload_length - previous_border; if (num_borders == 9) reserved // byte-alignment } </pre>	12	
	4	
NOTE: The audio_payload_length is derived from the length of the audio super frame (data_length_of_part_A + data_length_of_part_B) subtracting the audio super frame overhead (bytes used for the audio_super_frame_header() and for the aac_crc_bits).		

higher protected part

The higher protected part contains one header followed by num_frames higher protected blocks. num_frames is the number of audio frames in the audio super frame.

header

The header contains information to recover the frame lengths of the num_frames AAC frames stored in the audio super frame.

All the frame lengths are derived from the absolute positions of the frame borders. These frame borders are stored consecutively in the header. Each frame border occupies 12 bits (unsigned integer, most significant bit first). The frame border is measured in bytes from the start of the AAC bitstream sequence. 4 padding bits are added in case num_frames=10. num_frames-1 frame borders are stored in the header.

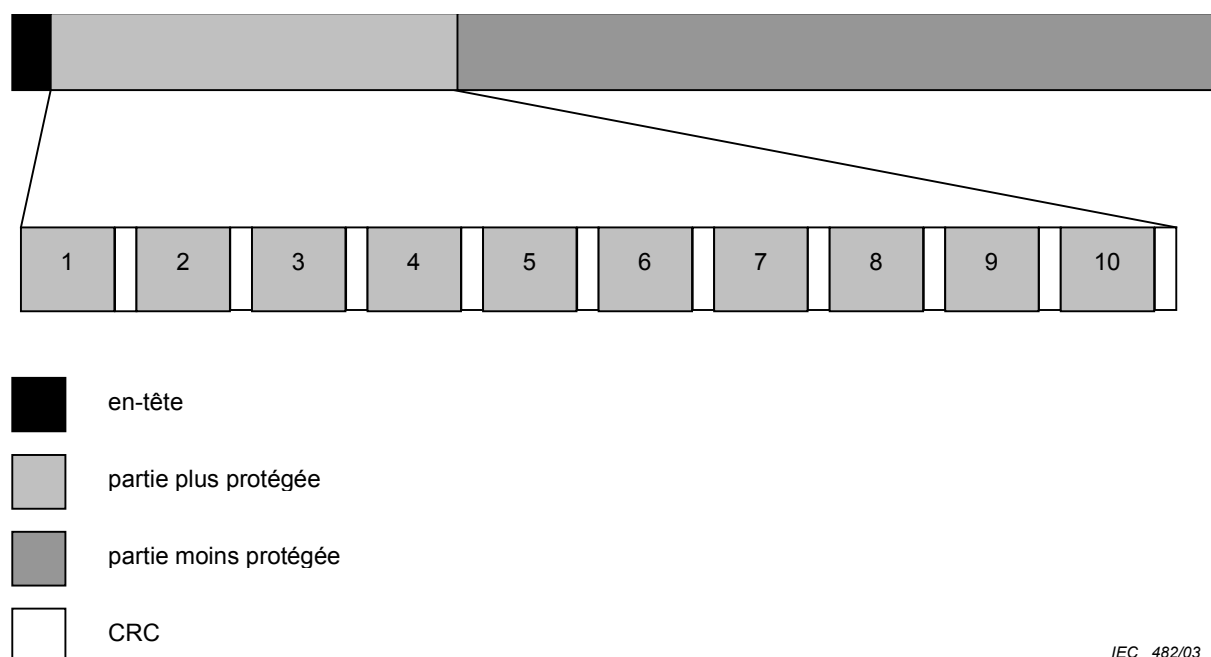
higher protected block

One higher protected block contains a certain amount of bytes from the start of each AAC frame, dependent upon the UEP profile. One 8-bit CRC check derived from the CRC bits of the corresponding AAC frame follows (see annex D for CRC calculation). For a mono signal, the CRC bits cover (mono1, mono2). For a stereo signal, the CRC bits cover (stereo1, stereo2, stereo3, stereo4, stereo5).

lower protected part

The lower protected bytes (the remaining bytes not stored in the higher protected part) of the AAC frames are stored consecutively in the lower protected part.

La figure 3 donne un exemple de supertrame audio avec un signal échantillonné à 24 kHz.

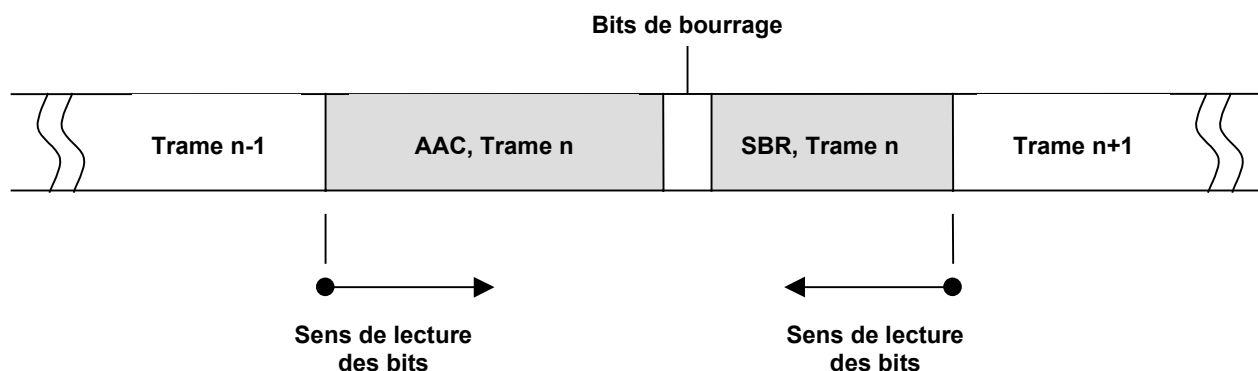


IEC 482/03

Figure 3 – Exemple d'une supertrame audio AAC (24 kHz)

5.3.2 AAC + SBR

La fonction SBR exige une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et l'AAC une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz. Une trame brute AAC + SBR contient une partie AAC et une partie SBR. La partie SBR des données est placée en fin de trame. Le premier bit du flux binaire SBR est le dernier bit de la trame; les bits SBR sont donc écrits et lus à l'envers. De la sorte, le point de départ de chaque partie des données de la trame est toujours facile à trouver.



IEC 483/03

Figure 4 – Trame AAC + SBR

La taille des deux parties, AAC et SBR, est variable d'une trame à l'autre. La taille totale des trames individuelles, qui comprend maintenant les données SBR, peut être déduite grâce au `aac_super_frame_header()` comme décrit en 5.3.1. C'est pourquoi, le débit binaire variable introduit par la fonction SBR ne nécessite aucune signalisation supplémentaire.

Les trames AAC + SBR sont placées dans la supertrame audio, de la même manière que lorsque SBR n'est pas utilisé.

Pour le codage de source avec un débit binaire de 20 kbit/s ou supérieur, la fonction SBR est obligatoire. Pour les débits binaires inférieurs à 20 kbit/s, la fonction SBR est facultative.

Le flux binaire SBR est décrit en détail en 5.5.3.

Figure 3 illustrates an example audio super frame for a 24 kHz sampled signal.

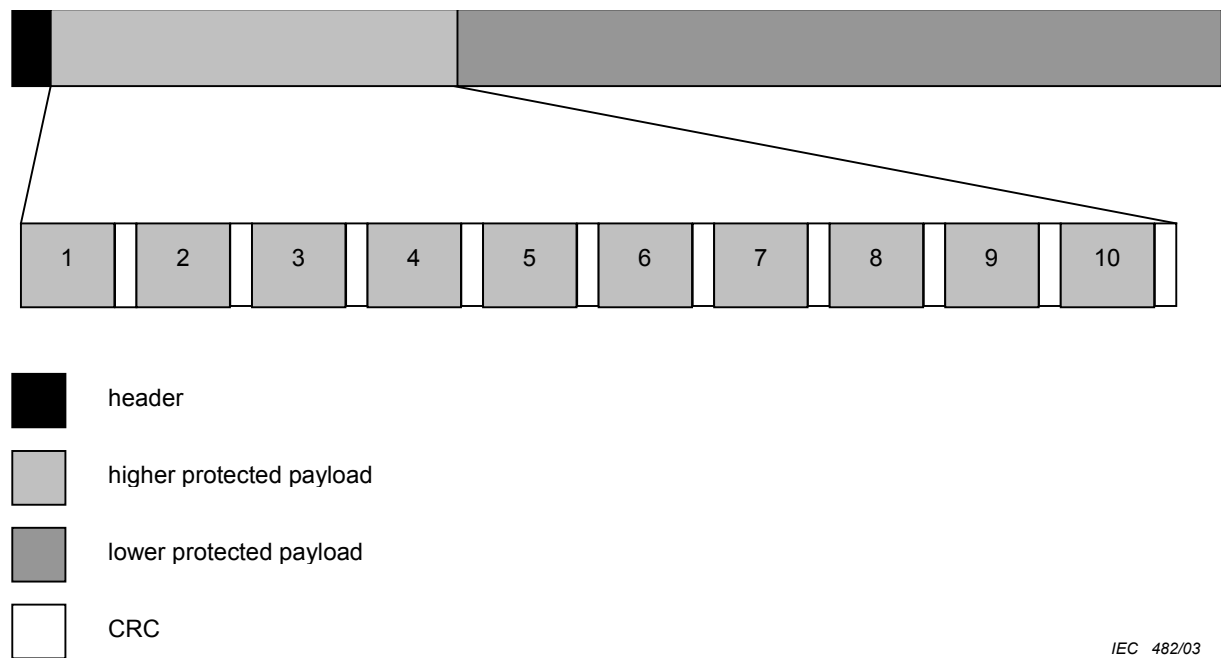


Figure 3 – Example AAC audio super frame (24 kHz)

5.3.2 AAC + SBR

The SBR sampling rate shall be 48 kHz and the AAC sampling rate shall be 24 kHz. One raw AAC + SBR frame contains an AAC part and a SBR part. The SBR part of the data is located at the end of the frame. The first bit in the SBR bitstream is the last bit in the frame, and the SBR bits are thus written/read in reversed order. In this way, the starting points of respective part of the frame data are always easily found.

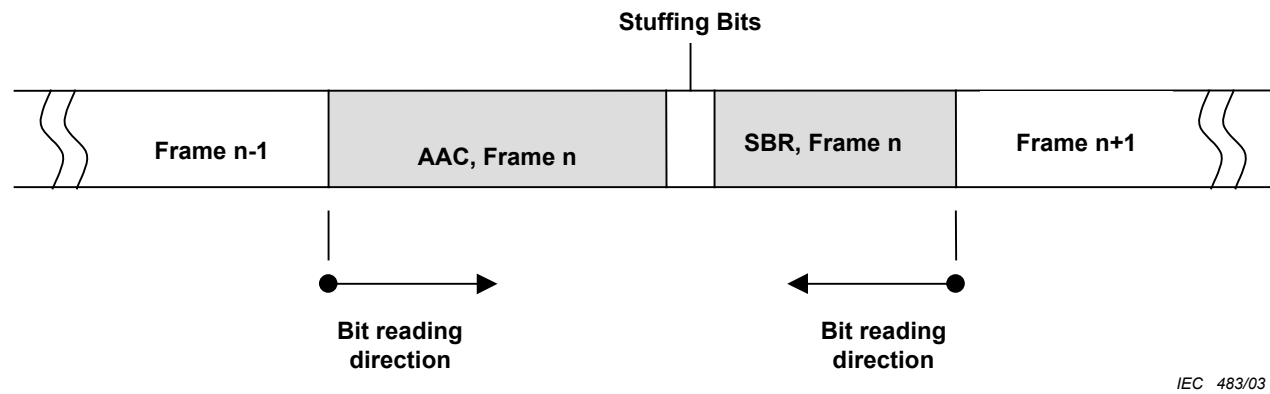


Figure 4 – AAC + SBR frame

Both AAC and SBR data sizes vary from frame to frame. The total size of the individual frames, now including the SBR data, can be derived from the `aac_super_frame_header()` as described in 5.3.1. Thus no extra signalling due to the varying SBR bit rate is needed.

The AAC + SBR frames are inserted into the audio super frame in the same manner as when SBR is not used.

For source coding bit rates at 20 kbit/s or greater, SBR shall be used. For bit rates below 20 kbit/s, SBR may be used.

The details of the SBR bitstream are described in 5.5.3.

5.4 Codage MPEG CELP

5.4.1 MPEG CELP

La définition du système audio MPEG-4 figure dans la norme ISO/CEI 14496-3 [2]. Le système MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Prediction) pour le codage de la parole fait partie du système audio MPEG-4. Deux versions ont été définies, mais dans les canaux susceptibles d'être perturbés seule la version 2 doit être utilisée. Dans le système DRM, les flux binaires CELP sont donc des flux binaires MPEG-4 version 2. Parmi les types d'objets audios possibles, seul le type d'objet CELP (ID 24), robuste aux erreurs, qui fait partie du Profil Audio Haute Qualité, est utilisé dans le système DRM.

MPEG-4 CELP couvre la compression et le décodage de la parole naturelle à un débit binaire compris entre 4 kbit/s et 24 kbit/s. MPEG-4 CELP est un algorithme de codage connu, mais introduit quelques fonctionnalités nouvelles. Les codeurs CELP traditionnels assurent la compression avec un débit binaire unique et ont été optimisés pour certaines applications spécifiques. La compression est une des fonctionnalités assurées par MPEG-4 CELP, mais MPEG-4 permet aussi l'utilisation d'un seul codeur de base dans des applications multiples. Il assure la mise à l'échelle en débit binaire et en largeur de bande et offre la possibilité de générer des flux binaires avec un débit quelconque. Le codeur MPEG-4 CELP supporte deux fréquences d'échantillonnage, à savoir 8 kHz et 16 kHz. Les bandes passantes associées vont de 100 Hz à 3 800 Hz pour un échantillonnage à 8 kHz, et de 50 Hz à 7 000 Hz pour un échantillonnage à 16 kHz.

Le schéma synoptique du décodeur CELP est représenté à la figure 5.

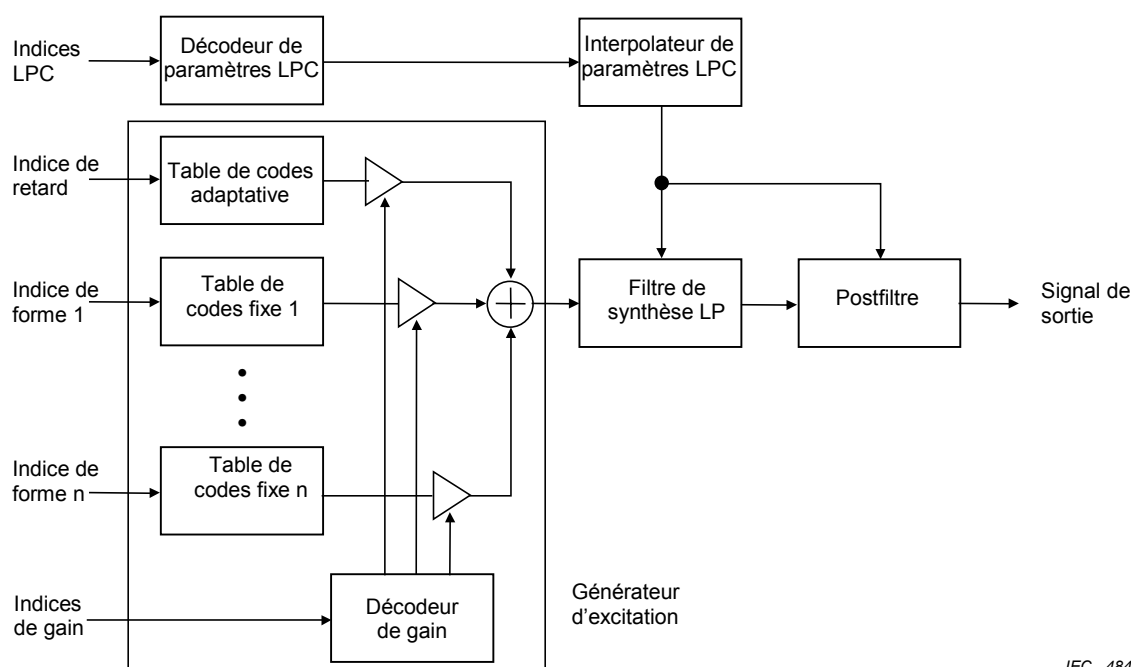


Figure 5 – Schéma synoptique d'un décodeur CELP

Le décodeur CELP est constitué principalement d'un générateur d'excitation et d'un filtre de synthèse. Les décodeurs CELP comprennent souvent un post-filtre. Le générateur d'excitation possède une table de codes adaptative pour modéliser des composantes périodiques, des tables de codes fixes pour modéliser des composantes aléatoires et un décodeur de gain pour représenter le niveau d'un signal de parole. Les indices pour les tables de codes et les valeurs de gains sont fournis par le codeur. Les indices des tables de codes (indice de réduction de hauteur pour la table de codes adaptative et indice de forme pour la table de code fixe) et les indices de gain (gains des tables de codes adaptatives et fixes) sont utilisés pour générer le signal d'excitation. Celui-ci est ensuite filtré par le filtre de synthèse linéaire prédictive (filtre de synthèse LP). Les coefficients de filtrage sont reconstruits à l'aide des indices LPC, puis interpolés avec les coefficients de filtrage des trames d'analyse successives. Pour finir, un post-filtrage peut être appliqué pour améliorer la qualité de la parole.

Le codeur MPEG-4 CELP offre les fonctionnalités suivantes: Débits binaires multiples, mise à l'échelle du débit binaire, mise à l'échelle de la largeur de bande et réglage fin du débit. Le système DRM n'utilise que la fonctionnalité Débits binaires multiples.

5.4 MPEG CELP coding

5.4.1 MPEG CELP

ISO/IEC 14496-3 [2] defines the MPEG-4 Audio standard. The speech coding standard MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Prediction) is part of the MPEG-4 Audio standard. Two versions are defined, but only version 2 is intended for the use in error prone channels. The CELP bitstreams in the DRM system are therefore MPEG-4 version 2 bitstreams. From the possible audio object types, only the Error Robust (ER) CELP object type (Object Type ID = 24), which is part of the High Quality Audio Profile, is used in the DRM system.

The MPEG-4 CELP covers the compression and decoding of natural speech sound at bit rates ranging between 4 kbit/s and 24 kbit/s. MPEG-4 CELP is a well-known coding algorithm with new functionality. Conventional CELP coders offer compression at a single bit rate and are optimized for specific applications. Compression is one of the functionalities provided by MPEG-4 CELP, but MPEG-4 also enables the use of one basic coder in multiple applications. It provides scalability in bit rate and bandwidth, as well as the ability to generate bitstreams at arbitrary bit rates. The MPEG-4 CELP coder supports two sampling rates, namely, 8 kHz and 16 kHz. The associated bandwidths are 100 Hz to 3 800 Hz for 8 kHz sampling and 50 Hz to 7 000 Hz for 16 kHz sampling.

A basic block diagram of the CELP decoder is given in figure 5.

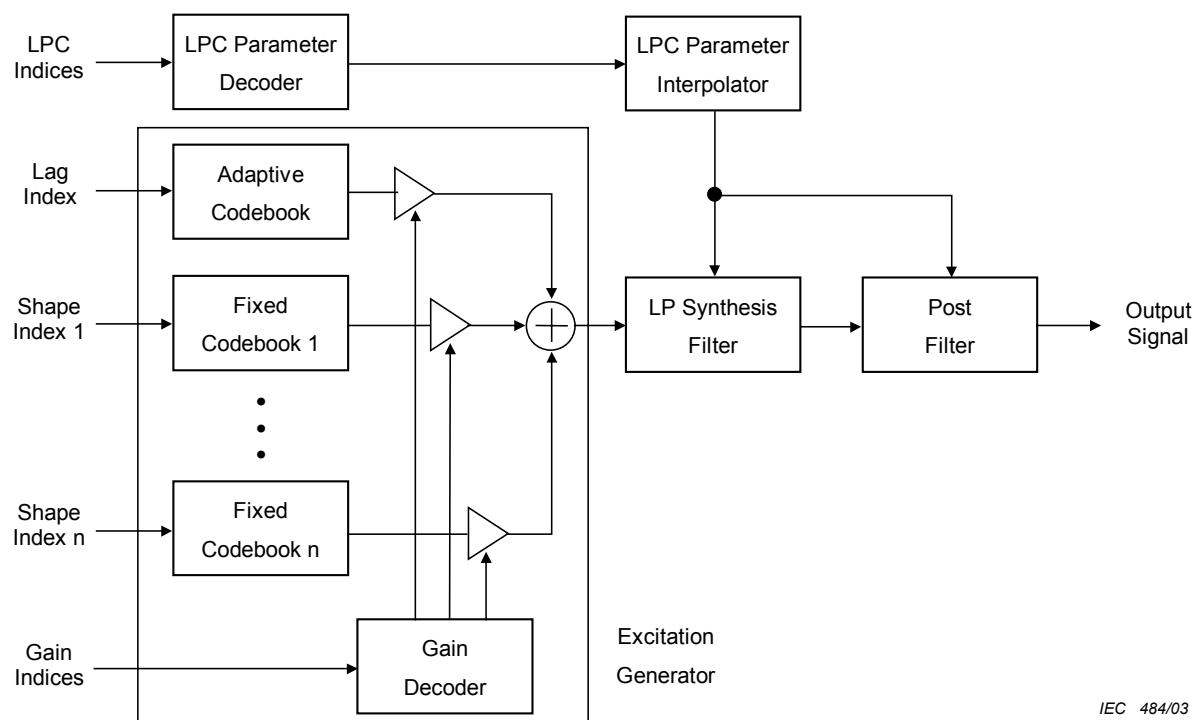


Figure 5 – Block diagram of a CELP decoder

The CELP decoder primarily consists of an excitation generator and a synthesis filter. Additionally, CELP decoders often include a post-filter. The excitation generator has an adaptive codebook to model periodic components, fixed codebooks to model random components and a gain decoder to represent a speech signal level. Indices for the codebooks and gains are provided by the encoder. The codebook indices (pitch-lag index for the adaptive codebook and shape index for the fixed codebook) and gain indices (adaptive and fixed codebook gains) are used to generate the excitation signal. The excitation signal is then filtered by the linear predictive synthesis filter (LP synthesis filter). Filter coefficients are reconstructed using the LPC indices, then are interpolated with the filter coefficients of successive analysis frames. Finally, a post-filter can optionally be applied in order to enhance the speech quality.

The MPEG-4 CELP coder offers the following functionalities: Multiple bit rates, Bit rate Scalability, Bandwidth Scalability, and Fine Rate Control. DRM only uses the multiple bit rates functionality.

Débits binaires multiples: les débits binaires disponibles dépendent de la fréquence d'échantillonnage. Les débits binaires fixes suivants sont utilisables:

Tableau 6 – Débits binaires fixes pour le codeur CELP

Débits binaires pour la fréquence d'échantillonnage de 8 kHz (en bit/s)	Débits binaires pour la fréquence d'échantillonnage de 16 kHz (en bit/s)
3 850, 4 250, 4 650, 5 700, 6 000, 6 300, 6 600, 6 900, 7 100, 7 300, 7 700, 8 300, 8 700, 9 100, 9 500, 9 900, 10 300, 10 500, 10 700, 11 000, 11 400, 11 800, 12 000, 12 200	10 900, 11 500, 12 100, 12 700, 13 300, 13 900, 14 300, 14 700, 15 900, 17 100, 17 900, 18 700, 19 500, 20 300, 21 100, 13 600, 14 200, 14 800, 15 400, 16 000, 16 600, 17 000, 17 400, 18 600, 19 800, 20 600, 21 400, 22 200, 23 000, 23 800

Le retard algorithmique du codeur CELP est dû à la durée de la trame et à une période d'anticipation supplémentaire. La durée de la trame dépend du mode de codage et du débit binaire. La période d'anticipation, qui est un paramètre informatif, dépend également du mode de codage. Les tableaux ci-dessous donnent les retards applicables aux modes utilisés dans le système DRM.

Tableau 7 – Retard et durée de trame pour le codeur CELP avec une fréquence d'échantillonnage de 8 kHz

Débit binaire (en bit/s)	Retard (en ms)	Durée de trame (en ms)
3 850, 4 250, 4 650	45	40
5 700, 6 000, 6 300, 6 600, 6 900, 7 100, 7 300, 7 700, 8 300, 8 700, 9 100, 9 500, 9 900, 10 300, 10 500, 10 700	25	20
11 000, 11 400, 11 800, 12 000, 12 200	15	10

Tableau 8 – Retard et durée de trame pour le codeur CELP avec une fréquence d'échantillonnage de 16 kHz

Débit binaire (en bit/s)	Retard (en ms)	Durée de trame (en ms)
10 900, 11 500, 12 100, 12 700, 13 300, 13 900, 14 300, 14 700, 15 900, 17 100, 17 900, 18 700, 19 500, 20 300, 21 100	25	20
13 600, 14 200, 14 800, 15 400, 16 000, 16 600, 17 000, 17 400, 18 600, 19 800, 20 600, 21 400, 22 200, 23 000, 23 800	15	10

5.4.1.1 Supertrame audio CELP

Les trames CELP possèdent une longueur fixe. Les trames audio CELP sont regroupées pour former des supertrames audio d'une durée de 400 ms. La protection d'erreurs différenciée (UEP) est applicable. Le début de chaque trame audio est alloué à la partie plus protégée, tandis que les bits restants sont alloués à la partie moins protégée. Le découpage des trames CELP est donné dans les tableaux 10 et 11. L'indice du débit binaire CELP est signalé dans le canal SDC.