



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.723.1

Annexe C
(11/96)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION

Systèmes de transmission numériques – Equipements
terminaux – Codage des signaux analogiques par des
méthodes autres que la MIC

Codeur vocal à double débit pour communications
multimédias acheminées à 5,3 et à 6,3 kbit/s

Annexe C: Schéma de codage de voie échelonnable pour applications hertziennes

Recommandation UIT-T G.723.1 – Annexe C

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	
SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
Généralités	G.700–G.709
Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage	G.710–G.719
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.720–G.729
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.730–G.739
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.740–G.749
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.750–G.759
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.760–G.769
Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission	G.770–G.779
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.780–G.789
Autres équipements terminaux	G.790–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.800–G.809
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
Objectifs de qualité et de disponibilité	G.820–G.829
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numérique pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes sous-marins à câbles optiques	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.999

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

RECOMMANDATION UIT-T G.723.1 – Annexe C

SCHEMA DE CODAGE DE VOIE ECHELONNABLE POUR APPLICATIONS HERTZIENNES

Source

L'Annexe C à la Recommandation UIT-T G.723.1, élaborée par la Commission d'études 15 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 novembre 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

Dans certains secteurs de la technologie de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. 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'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
C.1 Introduction.....	1
C.1.1 Domaine d'application.....	1
C.1.2 Débits.....	1
C.1.3 Délai.....	1
C.1.4 Description du codec de canal	1
C.1.5 Interface avec les commandes H.245	2
C.2 Codeur de canal.....	2
C.2.1 Adaptation du codeur de canal aux modes de conversation active.....	2
C.2.2 Classes de sensibilité binaire pour les modes de conversation active	6
C.2.3 Classes de sensibilité binaire pour trames SID.....	8
C.2.4 Codeur CRC	9
C.2.5 Codeur convolutionnel	9
C.3 Décodeur de canal.....	13
C.3.1 Décodage des bits de configuration.....	13
C.3.2 Adaptation du décodeur de conversation pour les modes de conversation active.....	13
C.3.3 Analyse des erreurs.....	14
C.3.4 Format des paramètres vocaux	14
C.3.5 Masquage des erreurs	17
C.3.6 Performance des fanions d'analyse d'erreur.....	17
C.4 Code source en langage C et en virgule fixe.....	17

**SCHEMA DE CODAGE DE VOIE ECHELONNABLE POUR
APPLICATIONS HERTZIENNES**

(Genève, 1996)

C.1 Introduction

C.1.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie un système de codage de canal qui peut être utilisé avec le codec à triple débit qui est décrit dans la Recommandation G.723.1. Ce codec de canal est échelonnable en débit et est conçu pour des applications multimédias mobiles dans le cadre de la série générale des normes de type H.324. Cette annexe permet d'adapter la Recommandation G.723.1 à tout système de transmission, filaire ou hertzien. Les spécificités qui dépendent du système de transmission, comme l'entrelacement ou le formatage des salves, sont hors du domaine d'application de la présente annexe.

C.1.2 Débits

Ce système supporte une large gamme de débits pour codec de canal, allant de 0,7 kbit/s à 14,3 kbit/s. Le codec de canal supporte les trois modes d'exploitation du codec G.723.1, à savoir le mode haut débit, le mode bas débit et le mode débit variable (émission discontinue).

Les débits appliqués par le codec de canal dépendent du système de transmission et de l'application. Ils ne sont donc pas spécifiés dans la présente annexe.

C.1.3 Délai

Aucun délai additionnel n'est apporté par le codeur-décodeur de canal décrit dans la présente annexe.

C.1.4 Description du codec de canal

Ce codec de canal utilise des codes convolutionnels ponctionnés. La possibilité de produire plusieurs débits à partir d'un débit générateur donné constitue la base de la caractéristique d'échelonnabilité. Le débit disponible du codec de canal est attribué aux classes binaires en fonction optimale de l'importance subjective de chaque classe de bits d'information. Cette attribution est fondée sur un algorithme qui doit être connu du codeur et du décodeur. Chaque fois que la commande du système signale un changement du débit G.723.1 ou un changement du débit disponible dans le codec de canal, cet algorithme est exécuté afin d'adapter le codec de canal à la nouvelle configuration du service de conversation.

Si l'on ne dispose que d'un très faible débit dans le codec de canal, les bits les plus perceptibles subjectivement sont protégés les premiers. Lorsque l'on augmente le débit du codec de canal, les bits additionnels servent d'abord à protéger les bits d'information supplémentaire et ensuite à augmenter le niveau de protection des classes déjà protégées.

Une configuration spéciale du codec de canal permet une transmission G.723.1 robuste sans utilisation de codes convolutionnels mais avec seulement un code de détection d'erreur pour les bits les plus perceptibles subjectivement. Pour cette configuration, le débit du codec de canal est de 667 bit/s.

Avant l'application des fonctions de codage dans le canal, les paramètres vocaux sont partiellement modifiés dans une couche d'adaptation de canal afin d'améliorer leur robustesse en présence d'erreurs de transmission.

Deux paramètres suffisent à configurer et à commander le codec de canal:

- 1) le bit de configuration G.723.1, qui signale le mode d'exploitation du codeur vocal;
- 2) les bits de configuration du codec de canal, qui signalent le débit à appliquer au codec de canal.

C.1.5 Interface avec les commandes H.245

Le débit du codec de canal qui est offert pour les services de signaux vocaux est fourni par les commandes H.245 au moyen d'un bit de configuration du codec de canal. Le bit de configuration du codec de canal comme les bits de configuration G.723.1 sont tous protégés et transmis de concert avec le flux binaire d'informations protégées acheminé vers le décodeur. Avant le décodage du flux binaire d'informations, les bits de configuration sont décodés; puis les décodeurs de canal et de conversation sont configurés en conséquence.

C.2 Codeur de canal

C.2.1 Adaptation du codeur de canal aux modes de conversation active

Ce paragraphe décrit la transformation des paramètres G.723.1 originaux en flux binaire modifié, ayant une meilleure robustesse à l'égard des erreurs de transmission.

C.2.1.1 Décompression de l'indice de gain

Le format des paramètres vocaux est spécifié dans les Tableaux 5 et 6 de la Recommandation G.723.1. L'index de gain global codé sur 12 bits (GAINx_By) de chaque sous-trame est un index comprimé représentant deux index de gain individuels. Ces index doivent être décomprimés comme indiqué dans la partie relative au décodage des signaux vocaux (paragraphe 2.17 et 2.18 de la Recommandation G.723.1). Cette décompression permet d'obtenir, pour chaque sous-trame, un index de gain codé sur 8 bits (AGAINx_By) et un index de gain codé sur 5 bits (FGAINx_By), ce qui nécessite un seul bit additionnel par rapport à l'index comprimé. Le surdébit dû à cette opération de décompression doit être mis à profit dans le décodeur de canal pour des fonctions de détection et de masquage d'erreur.

C.2.1.2 Réordonnancement en codage prédictif linéaire (LPC)

L'index prédictif linéaire codé sur 24 bits (LPC_Bx, x=0,23) se compose de trois sous-vecteurs de 8 bits, comme décrit au 2.6 de la Recommandation G.723.1:

$$e_0 = \{LPC_B7, LPC_B6, LPC_B5, LPC_B4, LPC_B3, LPC_B1, LPC_B0\}$$

$$e_1 = \{LPC_B15, LPC_B14, LPC_B13, LPC_B12, LPC_B11, LPC_B10, LPC_B9, LPC_B8\}$$

$$e_2 = \{LPC_B23, LPC_B22, LPC_B21, LPC_B20, LPC_B19, LPC_B18, LPC_B17, LPC_B16\}$$

Ces trois sous-vecteurs doivent être réordonnés par application de la correspondance suivante:

$$e_m^R = \text{ReorderTab}_m[e_m] \quad m = 0,1,2$$

Les tables de réordonnement LPC sont indiquées dans le Tableau C.1a pour le premier sous-vecteur, dans le Tableau C.1b pour le deuxième sous-vecteur et dans le Tableau C.1c pour le troisième sous-vecteur. L'entrée (i,j) dans le tableau est déterminée par la relation suivante: $e_m = 16 \cdot j + i$. La valeur ainsi obtenue est l'index transmis du sous-vecteur.

TABLEAU C.1a/G.723.1

Table de réordonnement pour m=0 (ReorderTab₀[e₀])

	i=0	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12	i=13	i=14	i=15
j=0	82	91	190	191	189	36	187	32	38	39	185	112	166	175	116	120
j=1	34	35	122	41	40	43	42	56	57	90	168	85	74	170	234	174
j=2	169	172	178	182	184	179	181	180	37	186	44	33	159	183	188	155
j=3	253	252	147	154	246	165	218	139	63	160	157	146	145	144	177	176
j=4	244	131	148	129	128	161	219	135	34	203	200	206	207	204	205	254
j=5	212	222	213	220	221	141	216	88	38	137	136	217	133	132	201	197
j=6	196	76	77	243	192	195	193	119	18	108	121	249	247	245	130	240
j=7	241	235	69	68	210	226	227	224	25	79	211	250	251	255	198	242
j=8	194	127	45	46	117	125	124	2	67	3	101	72	0	13	97	65
j=9	66	98	96	158	248	228	229	93	31	109	100	110	111	75	73	115
j=10	114	23	94	95	6	22	7	230	5	4	99	81	20	21	83	113
j=11	102	14	103	15	12	16	52	17	19	1	29	8	28	30	31	11
j=12	9	126	24	18	26	25	27	86	87	64	71	70	153	152	173	162
j=13	167	164	89	80	238	208	232	233	15	236	239	92	202	209	199	143
j=14	142	140	223	84	78	171	151	156	37	150	149	214	106	107	10	53
j=15	47	54	55	104	105	123	48	58	59	49	50	51	62	60	61	63

TABLEAU C.1b/G.723.1

Table de réordonnancement pour m=1 (ReorderTab₁[e₁])

	i=0	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12	i=13	i=14	i=15
j=0	122	150	201	213	214	212	246	244	136	135	130	134	140	216	218	146
j=1	209	208	110	153	156	158	152	144	147	145	199	197	193	204	205	249
j=2	248	127	185	172	174	173	179	169	168	181	182	177	183	161	178	167
j=3	163	162	160	165	232	234	235	233	237	236	238	239	78	155	154	75
j=4	74	69	68	71	70	73	72	139	123	114	59	58	113	170	137	141
j=5	186	133	151	132	148	159	196	149	187	189	191	157	198	190	121	126
j=6	125	120	57	112	171	63	45	62	47	46	99	109	98	103	124	102
j=7	107	106	129	128	131	89	118	105	104	95	91	90	94	86	83	82
j=8	138	119	117	88	116	92	37	36	38	32	96	87	81	39	93	49
j=9	48	23	22	21	20	29	8	56	55	44	175	60	61	53	43	143
j=10	115	176	180	142	166	184	188	207	206	231	252	195	194	219	217	221
j=11	223	211	215	210	192	200	164	226	202	203	230	227	229	253	255	224
j=12	225	243	228	220	240	241	242	222	245	251	250	247	254	111	108	77
j=13	76	79	101	100	30	15	97	52	54	41	50	51	40	33	42	35
j=14	34	13	12	14	85	84	25	31	27	80	17	67	66	16	9	28
j=15	24	65	11	10	26	64	19	18	4	1	0	5	7	6	3	2

TABLEAU C.1c/G.723.1

Table de réordonnancement pour m=2 (ReorderTab₂[e₂])

	i=0	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12	i=13	i=14	i=15
j=0	243	154	190	170	189	169	140	188	171	168	166	164	165	216	146	132
j=1	242	234	158	144	252	147	148	13	74	75	19	77	76	79	78	70
j=2	71	198	199	72	12	73	220	150	151	131	204	133	205	230	229	225
j=3	200	201	226	227	196	192	197	195	202	203	136	143	142	175	207	206
j=4	137	138	139	174	173	172	240	228	209	224	238	239	128	130	145	250
j=5	236	237	255	248	253	232	153	179	181	180	235	233	152	156	184	178
j=6	185	162	183	182	163	160	161	167	157	159	155	134	186	191	135	187
j=7	141	254	177	251	176	33	244	245	61	60	34	35	32	249	126	41
j=8	62	59	58	63	57	56	42	43	25	29	40	125	120	24	26	127
j=9	123	124	122	48	121	46	47	105	104	109	108	28	116	112	113	247
j=10	246	36	54	149	55	4	52	53	49	37	39	51	50	107	211	215
j=11	20	21	17	3	5	223	222	0	231	129	218	9	217	219	194	221
j=12	193	210	38	2	1	212	14	15	241	44	208	8	45	11	10	110
j=13	68	69	103	100	213	214	16	106	18	111	22	23	6	7	64	65
j=14	27	118	117	102	31	30	97	114	115	96	88	89	90	91	99	94
j=15	80	82	83	119	98	101	92	95	66	67	84	93	85	81	86	87

C.2.1.3 Format du flux binaire adapté au canal

Les Tableaux C.2a et C.2b (dans lesquels l'abréviation "UB" signifie "bit non utilisé") donnent le format des paramètres vocaux pour les modes de débit supérieur et de débit inférieur après décompression des index de gain et réordonnancement du codage prédictif linéaire.

TABLEAU C.2a/G.723.1

Format des paramètres vocaux du codec à débit supérieur après décompression

Octets du codeur de canal	PAR _x _By
1	R_LPC_B5...R_LPC_B0, VAD, RATE
2	R_LPC_B13...R_LPC_B6
3	R_LPC_B21...R_LPC_B14
4	ACL0_B5...ACL0_B0, R_LPC_B23, R_LPC_B22
5	ACL2_B4...ACL2_B0, ACL1_B1, ACL1_B0, ACL0_B6
6	AGAIN0_B3...AGAIN0_B0, ACL3_B1, ACL3_B0, ACL2_B6, ACL2_B5
7	AGAIN1_B3...AGAIN1_B0, AGAIN0_B7...AGAIN0_B4
8	AGAIN2_B3...AGAIN2_B0, AGAIN1_B7...AGAIN1_B4
9	AGAIN3_B3...AGAIN3_B0, AGAIN2_B7...AGAIN2_B4
10	FGAIN0_B3...FGAIN0_B0, AGAIN3_B7...AGAIN3_B4
11	FGAIN2_B1, FGAIN2_B0, FGAIN1_B4...FGAIN1_B0, FGAIN0_B4
12	FGAIN3_B4...FGAIN3_B0, FGAIN2_B4...FGAIN2_B2
13	MSBPOS_B3...MSBPOS_B0, GRID3_B0, GRID2_B0, GRID1_B0, GRID0_B0
14	MSBPOS_B11...MSBPOS_B4
15	POS0_B6...POS0_B0, MSBPOS_B12
16	POS0_B14...POS0_B7
17	POS1_B6...POS1_B0, POS0_B15
18	POS2_B0, POS1_B13...POS1_B7
19	POS2_B8...POS2_B1
20	POS3_B0, POS2_B15...POS2_B9
21	POS3_B8...POS3_B1
22	PSIG0_B2...PSIG0_B0, POS3_B13...POS3_B9
23	PSIG1_B4...PSIG1_B0, PSIG0_B5...PSIG0_B3
24	PSIG3_B1, PSIG3_B0, PSIG2_B5...PSIG2_B0
25	UB,UB,UB,UB,UB,PSIG3_B4...PSIG3_B2

TABLEAU C.2b/G.723.1

Format des paramètres vocaux du codec à débit inférieur après décompression

Octets du codeur de canal	PARx_By
1	R_LPC_B5...R_LPC_B0, VAD, RATE
2	R_LPC_B13...R_LPC_B6
3	R_LPC_B21...R_LPC_B14
4	ACL0_B5...ACL0_B0, R_LPC_B23, R_LPC_B22
5	ACL2_B4...ACL2_B0, ACL1_B1, ACL1_B0, ACL0_B6
6	AGAIN0_B3...AGAIN0_B0, ACL3_B1, ACL3_B0, ACL2_B6, ACL2_B5
7	AGAIN1_B3...AGAIN1_B0, AGAIN0_B7...AGAIN0_B4
8	AGAIN2_B3...AGAIN2_B0, AGAIN1_B7...AGAIN1_B4
9	AGAIN3_B3...AGAIN3_B0, AGAIN2_B7...AGAIN2_B4
10	FGAIN0_B3...FGAIN0_B0, AGAIN3_B7...AGAIN3_B4
11	FGAIN2_B1, FGAIN2_B0, FGAIN1_B4...FGAIN1_B0, FGAIN0_B4
12	FGAIN3_B4...FGAIN3_B0, FGAIN2_B4...FGAIN2_B2
13	POS0_B3...POS0_B0, GRID3_B0, GRID2_B0, GRID1_B0, GRID0_B0
14	POS0_B11...POS0_B8, POS0_B7...POS0_B4
15	POS1_B7...POS1_B4, POS1_B3...POS1_B0,
16	POS2_B3...POS2_B0, POS1_B11...POS1_B8
17	POS2_B11...POS2_B8, POS2_B7...POS2_B4
18	POS3_B7...POS3_B4, POS3_B3...POS3_B0
19	PSIG0_B3...PSIG0_B0, POS3_B11...POS3_B8
20	PSIG2_B3...PSIG2_B0, PSIG1_B3...PSIG1_B0
21	UB . UB, UB, UB, PSIG3_B3...PSIG3_B0

C.2.2 Classes de sensibilité binaire pour les modes de conversation active

Les bits des paramètres vocaux décompressés, spécifiés dans les Tableaux C.2a et C.2b, sont réordonnés conformément au Tableau C.3a pour le mode à débit supérieur et au Tableau C.3b pour le mode à débit inférieur.

Les nombres indiquent la position du bit d'information correspondant dans le flux binaire ordonné. Le bit le plus perceptible subjectivement est copié à la position "0" du flux binaire ordonné.

Le train binaire ordonné est noté comme suit:

$$i(0), i(1), \dots i(192)$$

pour le codec à débit supérieur; et

$$i(0), i(1), \dots i(162)$$

pour le codec à débit inférieur.

TABLEAU C.3a/G.723.1

Table d'ordonnement des bits pour codec à débit supérieur

Octet	Position des bits dans le train binaire ordonné							
1	175	180	189	190	191	192	VAD	DEBIT
2	98	73	107	154	167	168	169	170
3	30	17	16	31	48	55	49	71
4	6	4	0	2	11	26	10	14
5	5	1	3	12	27	24	60	8
6	44	66	62	82	25	61	9	7
7	45	67	63	83	78	36	50	40
8	46	68	64	84	79	37	51	41
9	47	69	65	85	80	38	52	42
10	56	99	159	185	81	39	53	43
11	161	187	20	57	100	160	186	19
12	22	59	102	162	188	21	58	101
13	35	54	70	72	179	178	177	176
14	13	15	23	28	29	32	33	34
15	128	132	146	155	163	171	181	18
16	76	86	90	94	103	108	112	116
17	129	133	147	156	164	172	182	74
18	183	87	91	95	104	109	113	112
19	112	118	130	134	148	157	165	173
20	184	75	77	88	92	96	109	110
21	115	119	131	135	149	158	166	174
22	136	124	120	89	93	97	106	111
23	151	141	137	125	121	144	150	140
24	127	123	145	152	142	138	126	122
25	UB	UB	UB	UB	UB	153	143	139

TABLEAU C.3b/G.723.1

Table d'ordonnement des bits pour codec à débit inférieur

Octet	Position des bits dans le train binaire ordonné							
1	152	153	158	159	160	161	VAD	DEBIT
2	69	64	70	91	145	140	147	146
3	24	15	14	25	46	50	47	63
4	4	6	0	2	11	18	10	13
5	7	1	3	12	19	16	48	8
6	42	59	55	65	17	49	9	5
7	43	60	56	66	26	30	34	38
8	44	61	57	67	27	31	35	39
9	45	62	58	68	28	32	36	40
10	51	87	141	154	29	33	37	41
11	143	156	21	52	88	142	155	20
12	23	54	90	144	157	22	53	89
13	100	128	96	104	151	150	149	148
14	132	112	116	136	108	120	124	92
15	109	121	125	93	101	129	97	105
16	102	130	98	106	133	113	117	137
17	134	114	118	138	110	122	126	94
18	111	123	127	95	103	131	99	107
19	83	79	75	71	135	115	119	139
20	85	81	77	73	84	80	76	72
21	UB	UB	UB	UB	86	82	78	74

C.2.3 Classes de sensibilité binaire pour trames SID

Le format des trames de type SID (détection de silence) est spécifié dans l'Annexe A de la Recommandation G.723.1. Les bits de ces trames sont réordonnés conformément au Tableau C.3c. Les trames SID n'impliquent ni décompression des index de gain ni réordonnement du codage LPC. Les nombres indiquent la position du bit d'information correspondant dans le flux binaire ordonné. Le bit le plus perceptible subjectivement est copié à la position "0" du train binaire ordonné.

Le train binaire ordonné est noté comme suit:

$$i(0), i(1), \dots, i(29)$$

TABLEAU C.3c/G.723.1

Table d'ordonnement des bits pour trames SID

Octet	Position des bits dans le train binaire ordonné							
1	21	22	23	24	25	26	VAD	DEBIT
2	13	14	15	16	17	18	20	19
3	5	6	7	8	9	10	11	12
4	0	1	2	29	28	27	3	4

C.2.4 Codeur CRC

Les bits subjectivement les plus perceptibles sont protégés par cinq bits de parité qui sont utilisés pour la détection d'erreur dans le codeur de canal.

Les premiers bits CRC_{WIN} du train binaire ordonné s'inscrivent dans la fenêtre CRC suivante:

codec à débit inférieur: $CRC_{WIN} = 34$

codec à débit supérieur: $CRC_{WIN} = 44$

trames SID: $CRC_{WIN} = 30$

Le polynôme générateur suivant doit être appliqué pour le code de redondance cyclique:

$$g(D) = D^5 + D^2 + 1$$

Les cinq bits de parité $p(0) - p(4)$ sont copiés immédiatement à droite des bits d'information CRC_{WIN} ordonnés.

Après codage CRC, le flux binaire doit donc avoir le format suivant:

codec à débit inférieur: $bs(n) = i(0), i(1), \dots, i(33), p(0), p(1), p(2), p(3), p(4), i(34), i(35), \dots, i(161);$
 $n=0 \dots 166$

codec à débit supérieur: $bs(n) = i(0), i(1), \dots, i(43), p(0), p(1), p(2), p(3), p(4), i(44), i(45), \dots, i(192);$
 $n=0 \dots 197$

trame SID: $bs(n) = i(0), i(1), \dots, i(29), p(0), p(1), p(2), p(3), p(4); n=0 \dots 34$

C.2.5 Codeur convolutionnel

Les bits d'information $bs(n)$ doivent être codés par des séquences convolutionnelles ponctionnées dérivant des polynômes générateurs suivants:

$$g_{CC}^0 = D^4 + D + 1$$

$$g_{CC}^1 = D^4 + D^3 + D^2 + 1$$

$$g_{CC}^2 = D^4 + D^2 + D + 1$$

Le ponctionnement du code générateur à raison d'une période de ponctionnement égale à 12 produit 24 débits intermédiaires:

$$\frac{12}{36} \leq r \leq \frac{12}{13}$$

Les matrices de ponctionnement sont indiquées dans le Tableau C.4.

TABLEAU C.4/G.723.1

Tables de ponctionnement (toutes valeurs en notation hexadécimale)

Débit r	12/13	12/14	12/15	12/16	12/17	12/18	12/19	12/20	12/21	12/22	12/23	12/24
$P_{r(0)}$	D6F	D7F	D7F	D7F	DFE	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF
$P_{r(1)}$	690	690	691	695	695	695	69D	6DD	6DF	7DF	7FF	FFF
$P_{r(2)}$	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000

Débit r	12/25	12/26	12/27	12/28	12/29	12/30	12/31	12/32	12/33	12/34	12/35	12/36
$P_{r(0)}$	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF
$P_{r(1)}$	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF	FFF
$P_{r(2)}$	001	009	109	309	329	729	72D	72F	7AF	7BF	7FF	FFF

C.2.5.1 Attribution du débit dans le codec de canal

Ce paragraphe décrit l'algorithme d'attribution des ressources, qu'il faut appliquer pour déterminer le degré de protection de chaque bit d'information. Cet algorithme doit être exécuté dans le codeur de canal et dans le décodeur de canal chaque fois qu'au moins un des événements suivants se produit:

- réinitialisation
- modification du débit du codec de canal, attribué pour appliquer la présente Recommandation G.723.1
- modification du débit G.723.1 du codec source.

La procédure suivante d'attribution du débit doit être exécutée:

- le flux binaire ordonné doit être subdivisé en cinq classes de bits: $c[i]$, $i=0...4$, où $c[0]$ contient le bit le plus perceptible et $c[4]$ le bit le moins perceptible;
- un facteur de pondération $w[i]$, $i=0...4$ doit être attribué à chaque classe pour contrôler l'algorithme d'attribution du débit;
- la classe 0 contient $c[0]$ -5 bits d'information et les cinq bits du code de parité qui sont copiés à la fin de cette classe;
- si aucun bit de canal ($B=0$) n'est disponible, le flux binaire du canal doit contenir le flux binaire G.723.1 décomprimé ainsi que les cinq bits de parité;
- le nombre maximal par trame de bits du codec de canal est obtenu lorsque toutes les classes ont le débit de protection $r = 1/3$

$$B_{\max} = 2 \cdot \left(\sum_{i=0}^{i=4} c[i] \right) + 4$$

- si:

$$B \leq c[0] + 8$$

bits du codec de canal sont disponibles dans chaque trame, ces bits doivent être répartis uniformément sur les positions binaires de la classe 0, par application de la formule:

$$r[0] = \frac{12}{\text{INT}\left(12 * \left(1 + \frac{B}{c[0] + 4}\right)\right)}$$

où INT signifie "valeur d'entier par défaut".

- Si $B > c[0] + 8$ bits de codec de canal sont disponibles dans chaque trame, on doit déterminer les débits intermédiaires $r'[i]$, $i=0...4$ des classes de bit selon la formule suivante:

$$r'[i] = \frac{12}{\text{MIN}\left[36, \text{NINT}\left(12 * \left(1 + \frac{B * w[i]}{c[i]}\right)\right)\right]}$$

Le débit final est déterminé par application de la contrainte suivante:

$$r[i] = \begin{cases} 1 & \text{if } r'[i] > \frac{12}{18} \\ r'[i] & \text{dans le cas contraire} \end{cases}$$

- si l'algorithme ci-dessus attribue moins de bits qu'il n'y en a à disposition, les bits issus de la première classe non protégée doivent, lors de la deuxième passe, être transférés vers la dernière classe protégée jusqu'à ce que tous les bits disponibles aient été attribués;
- si l'algorithme attribue plus de bits qu'il n'y en a à disposition, les bits issus de la dernière classe protégée doivent, lors de la deuxième passe, être transférés vers la première classe non protégée jusqu'à ce que le débit maximal admis par le codec de canal soit atteint;
- dans la configuration originale, la classe 3 contient les bits de queue. Si cette classe ne reçoit aucune protection par l'application de la formule ci-dessus, ces bits de queue doivent être adjoints à la dernière classe protégée.

C.2.5.1.1 Réglages des paramètres de commande pour les modes de conversation active

Les réglages suivants doivent être choisis pour les paramètres $c[i]$ et $w[i]$ (Tableau C.5a):

TABLEAU C.5a/G.723.1

Réglages des paramètres de commande pour l'attribution du débit (trame de conversation active)

	G.723.1 – 6,3 kbit/s					G.723.1 – 5,3 kbit/s				
i	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
c[i]	44+5crc	44	46	47+4 de queue	12	34+5crc	40	40	40+4 de queue	8
w[i]	0,26	0,29	0,24	0,21	0,00	0,24	0,31	0,24	0,21	0,00

C.2.5.1.2 Réglages des paramètres de commande pour les trames SID

Les réglages suivants doivent être choisis pour les paramètres $c[i]$ et $w[i]$ (Tableau C.5b):

TABLEAU C.5b/G.723.1

Réglages des paramètres de commande pour l'attribution du débit (trames SID)

	G.723.1 – SID				
i	0	1	2	3	4
c[i]	$30+5c_{rc}+4q_{ueue}$	0	0	0	0
w[i]	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00

C.2.5.2 Adaptation en fin de treillis

Pour tenir compte de la moindre probabilité d'erreur sur les derniers bits protégés, les bits suivants:

$$bs(N_{last}-n); \quad n = 0 \dots 9;$$

doivent être échangés avec les bits

$$bs(N_{last}-19+n); \quad n = 0 \dots 9.$$

où N_{last} est le dernier bit d'information protégé dans le flux binaire.

Cette opération ne doit être effectuée que si plus de 19 bits d'information sont protégés dans les classes 1 à 3.

C.2.5.3 Codage du flux binaire d'information

Chaque bit $bs(j)$ qui reçoit une protection ($r[i] < 1$) doit être codé par application des étapes suivantes:

- codage du bit d'information $bs(j)$ de la classe i au moyen des trois polynômes générateurs g_{CC}^n . Il en résulte, en sortie, trois bits de flux intermédiaire dans le canal $u'(n)$ ($n=0,1,2$).
- ponctionnement des bits $u'(n)$ selon $P_{r[i]}(n)$ comme suit:

Si le bit p de $P_{r[i]}(n)$ a la valeur 0, le bit $u'(n)$ est rejeté; dans le cas contraire, il est inséré dans le flux binaire $u(m)$ du canal et l'indice m est incrémenté. Le bit p est un compteur modulo 12 qui est incrémenté par le compteur j de bits d'information.

Après codage des bits protégés, le flux binaire du canal est contenu dans la table $u(m)$, $m = 0 \dots M_p - 1$.

Les bits non protégés doivent être copiés à la fin du flux binaire protégé du canal, à partir de la position $m = M_p$ jusqu'à la position $m = M_{All} - 1$.

C.2.5.4 Codage des bits de configuration

Trois bits de configuration du codec de canal doivent être ajoutés aux deux bits de configuration du codec de source, comme indiqué dans le Tableau C.6. Cela permet d'ajouter à chacun des modes (débit supérieur, débit inférieur, trames SID) du codec de source G.723.1 un des 8 débits du codec de canal. Le choix parmi ces 8 débits de codec de canal dépend du système de transmission et est donc hors du domaine d'application de la présente annexe.

TABLEAU C.6/G.723.1

Bits de configuration des codecs source et canal G.723.1

Octet	Bits de configuration							
1	UB	UB	UB	UB	UB	ccc	VAD	DÉBIT

Pour assurer la protection des bits de configuration contre les erreurs, on appliquera une structure de blocs codés (13,5) au moyen du polynôme générateur suivant:

$$g_{ch}(D) = D^{10} + D^8 + D^5 + D^2 + D + 1$$

Les 13 bits de configuration ainsi codés (ucb[n], n=0 ... 12) seront transmis avant les bits d'information codés.

Le Tableau C.7 montre le format du flux binaire de canal après condensation (en fonction de la valeur de M_{All} , le dernier octet peut contenir des bits non utilisés ("UB")).

TABLEAU C.7/G.723.1

Condensation du flux binaire de canal

Octet transmis	Bit de canal							
1	ucb[7]	ucb[6]	ucb[5]	ucb[4]	ucb[3]	ucb[2]	ucb[1]	ucb[0]
2	u[2]	u[1]	u[0]	ucb[12]	ucb[11]	ucb[10]	ucb[9]	ucb[8]
3	u[10]	u[9]	u[8]	u[7]	u[6]	u[5]	u[4]	u[3]
$M_p/8+2$	u[M_p]	u[M_p-1]	u[M_p-2]
...
$M_{All}/8+2$	UB	UB	UB	u[$M_{All}-1$]	u[$M_{All}-2$]	u[$M_{All}-3$]	u[$M_{All}-4$]	u[$M_{All}-5$]

Le débit du flux protégé est de $(M_{All} + 13) \cdot \frac{1000}{30}$ bits par seconde.

C.3 Décodeur de canal**C.3.1 Décodage des bits de configuration**

Les 13 premiers bits doivent être décodés afin d'obtenir les configurations des codecs de conversation et de canal. L'algorithme d'attribution du débit, décrit au C.2.5.1, est exécuté après réinitialisation ou après modification d'un des bits de configuration.

C.3.2 Adaptation du décodeur de conversation pour les modes de conversation active

Le format du paramètre vocal du codec de canal doit être adapté au paramètre vocal du codec source G.723.1.

C.3.2.1 Compression de l'index de gain

Si le décodeur de signaux vocaux travaille en mode de débit supérieur ou inférieur, il doit exécuter l'opération de compression du gain qui est décrite aux 2.17 et 2.18 de la Recommandation G.723.1, afin de produire le format de flux binaire requis par le décodeur de signaux vocaux. On comprime un index de gain sur 8 bits (AGAINx_By) et un index de gain sur 5 bits (FGAINx_By) par sous-trame,

afin de former un index de gain comprimé sur 12 bits. Si des index interdits apparaissent, soit dans les index de gain du répertoire décodé de séquences adaptatives soit dans les index de gain du répertoire décodé de séquences fixes, l'indicateur d'index interdit (FII, *forbidden index indication*) doit être activé puis ces index doivent être remplacés par une valeur valide appropriée. L'indicateur FII doit également être activé si un index de délai interdit est décodé (paragraphe 2.18 de la Recommandation G.723.1). Le délai décodé sera alors remplacé par une valeur valide convenable.

C.3.2.2 Ordonnancement du codage prédictif linéaire

Les trois sous-vecteurs de codage LPC doivent être ordonnancés par application des tables d'inverses du C.2.1.2.

$$e_m = \text{ReorderTab}_m^{\text{inv}} [e_m^R] \quad m = 0,1,2$$

C.3.3 Analyse des erreurs

Deux fanions indiquant la fiabilité des paramètres vocaux G.723.1 reçus doivent être produits dans le décodeur de canal:

- 1) le fanion d'indication interne de trame erronée (BFI, *bad frame indication*), qui signale des erreurs non corrigées dans les bits de la fenêtre de contrôle CRC (CRC_{WIN}).
- 2) le fanion d'indication externe de trame erronée (EFI, *erroneous frame indication*), qui signale des erreurs non corrigées à l'extérieur des bits couverts par le code CRC. Ce fanion ne doit être évalué que si les bits d'information situés à l'extérieur de la fenêtre de contrôle CRC sont protégés.

Ces fanions doivent être mis à la disposition du décodeur de conversation en même temps que les paramètres vocaux et que le fanion d'indication FII. En cas de réception de trames SID, seul le fanion d'indication BFI doit être évalué.

C.3.4 Format des paramètres vocaux

Les paramètres vocaux doivent être transmis du décodeur de canal au décodeur de conversation dans le format spécifié par les Tableaux 5 et 6 de la Recommandation G.723.1, avec les fanions de détection d'erreur ajoutés à la fin. Ce format est représenté dans le Tableau C.8a pour le mode de débit supérieur, dans le Tableau C.8b pour le mode de débit inférieur et dans le Tableau C.8c pour les trames SID.

TABLEAU C.8a/G.723.1

Organisation du flux binaire dans le décodeur pour le mode de débit supérieur

Octets du décodeur vocal	PARx_By,
1	LPC_B5...LPC_B0, VAD, DÉBIT
2	LPC_B13...LPC_B6
3	LPC_B21...LPC_B14
4	ACL0_B5...ACL0_B0, LPC_B23, LPC_B22
5	ACL2_B4...ACL2_B0, ACL1_B1, ACL1_B0, ACL0_B6
6	GAIN0_B3...GAIN0_B0, ACL3_B1, ACL3_B0, ACL2_B6, ACL2_B5
7	GAIN0_B11...GAIN0_B4
8	GAIN1_B7...GAIN1_B0
9	GAIN2_B3...GAIN2_B0, GAIN1_B11...GAIN1_B8
10	GAIN2_B11...GAIN2_B4
11	GAIN3_B7...GAIN3_B0
12	GRID3_B0, GRID2_B0, GRID1_B0, GRID0_B0, GAIN3_B11...GAIN3_B8
13	MSBPOS_B6...MSBPOS_B0, UB
14	POS0_B1, POS0_B0, MSBPOS_B12...MSBPOS_B7
15	POS0_B9...POS0_B2
16	POS1_B2, POS1_B0, POS0_B15...POS0_B10
17	POS1_B10...POS1_B3
18	POS2_B3...POS2_B0, POS1_B13...POS1_B11
19	POS2_B11...POS2_B4
20	POS3_B3...POS3_B0, POS2_B15...POS2_B12
21	POS3_B11...POS3_B4
22	PSIG0_B5...PSIG0_B0, POS3_B13, POS3_B12
23	PSIG2_B2...PSIG2_B0, PSIG1_B4...PSIG1_B0
24	PSIG3_B4...PSIG3_B0, PSIG2_B5...PSIG2_B3
25	UB , UB , UB , UB , UB , FII , EFI , BFI

TABLEAU C.8b/G.723.1

Organisation du flux binaire dans le décodeur pour le mode de débit inférieur

Octets du décodeur vocal	PARx_By,
1	LPC_B5...LPC_B0, VAD, DÉBIT
2	LPC_B13...LPC_B6
3	LPC_B21...LPC_B14
4	ACL0_B5...ACL0_B0, LPC_B23, LPC_B22
5	ACL2_B4...ACL2_B0, ACL1_B1, ACL1_B0, ACL0_B6
6	GAIN0_B3...GAIN0_B0, ACL3_B1, ACL3_B0, ACL2_B6, ACL2_B5
7	GAIN0_B11...GAIN0_B4
8	GAIN1_B7...GAIN1_B0
9	GAIN2_B3...GAIN2_B0, GAIN1_B11...GAIN1_B8
10	GAIN2_B11...GAIN2_B4
11	GAIN3_B7...GAIN3_B0
12	GRID3_B0, GRID2_B0, GRID1_B0, GRID0_B0, GAIN3_B11...GAIN3_B8
13	POS0_B7...POS0_B0
14	POS1_B3...POS1_B0, POS0_B11...POS0_B8
15	POS1_B11...POS1_B4
16	POS2_B7...POS2_B0
17	POS3_B3...POS3_B0, POS2_B11...POS2_B8
18	POS3_B11...POS3_B4
19	PSIG1_B3...PSIG1_B0, PSIG0_B3...PSIG0_B0
20	PSIG3_B3...PSIG3_B0, PSIG2_B3...PSIG2_B0
21	UB , UB , UB , UB , UB , FII , EFI , BFI

TABLEAU C.8c/G.723.1

Organisation du flux binaire dans le décodeur pour trames SID

Octets du décodeur vocal	PARx_By,
1	LPC_B5...LPC_B0, VAD, DÉBIT
2	LPC_B13...LPC_B6
3	LPC_B21...LPC_B14
4	GAIN_B5 ... GAIN_B0, LPC_B23, LPC_B22
5	UB , UB , UB , UB , UB , UB , UB , BFI

C.3.5 Masquage des erreurs

Les fanions produits par le décodeur de canal et par l'opération de compression des index de gain doivent être utilisés dans le décodeur de signaux vocaux à des fins de masquage des erreurs.

C.3.6 Performance des fanions d'analyse d'erreur

Ce paragraphe spécifie la performance minimale requise pour l'analyse des erreurs, en termes de probabilité de détection interne de trames erronées (PD_{BFI}) et de probabilité de détection externe de trames erronées (PD_{EFI}). Les prescriptions contenues dans le Tableau C.9 doivent s'appliquer à toutes les voies de transmission.

TABLEAU C.9/G.723.1

Performance de détection des fanions BFI et EFI

	G.723.1 – 6,3 kbit/s	G.723.1 – 5,3 kbit/s	G.723.1 – SID
PD_{BFI}	0,99	0,99	0,99
PD_{EFI}	0,65	0,65	---

C.4 Code source en langage C et en virgule fixe

Tous les détails de l'algorithme du codeur de canal sont décrits sous la forme d'un programme source en langage C ANSI en virgule fixe. En cas de divergence entre la description ci-dessus et le code source C, celui-ci doit être adopté comme référence. Ce programme source fait partie du logiciel distribué par l'UIT-T avec la Recommandation G.723.1.

Des vecteurs de test permettent de vérifier l'exactitude en calcul exact d'une réalisation par rapport au programme source.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Réseau téléphonique et RNIS
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission
Série H	Transmission des signaux autres que téléphoniques
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques, et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Equipements terminaux et protocoles des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation