



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# H.223

**Annexe C**  
(02/98)

SÉRIE H: SYSTÈMES AUDIOVISUELS ET  
MULTIMÉDIAS

Infrastructure des services audiovisuels – Multiplexage et  
synchronisation en transmission

---

Protocole de multiplexage pour communications  
multimédias à faible débit

**Annexe C: Protocole de multiplexage pour  
communications mobiles multimédias à faible  
débit sur des canaux à fort taux d'erreurs**

Recommandation UIT-T H.223 – Annexe C

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE H  
**SYSTÈMES AUDIOVISUELS ET MULTIMÉDIAS**

Caractéristiques des canaux de transmission pour des usages autres que téléphoniques	H.10–H.19
Emploi de circuits de type téléphonique pour la télégraphie à fréquence vocale	H.20–H.29
Circuits et câbles téléphoniques utilisés pour les divers types de transmission télégraphique et de transmissions simultanées	H.30–H.39
Circuits de type téléphonique utilisés en béliographie	H.40–H.49
Caractéristiques des signaux de données	H.50–H.99
CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES VISIOPHONIQUES	H.100–H.199
INFRASTRUCTURE DES SERVICES AUDIOVISUELS	
Généralités	H.200–H.219
<b>Multiplexage et synchronisation en transmission</b>	<b>H.220–H.229</b>
Aspects système	H.230–H.239
Procédures de communication	H.240–H.259
Codage des images vidéo animées	H.260–H.279
Aspects liés aux systèmes	H.280–H.299
Systèmes et équipements terminaux pour les services audiovisuels	H.300–H.399
Services complémentaires en multimedia	H.450–H.499

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

## **RECOMMANDATION UIT-T H.223**

### **PROTOCOLE DE MULTIPLEXAGE POUR COMMUNICATIONS MULTIMEDIAS A FAIBLE DEBIT**

#### **ANNEXE C**

#### **Protocole de multiplexage pour communications mobiles multimédias à faible débit sur des canaux à fort taux d'erreurs**

##### **Résumé**

La présente annexe décrit une extension de la Recommandation H.223. Elle définit les couches d'adaptation spécifiques qui permettent d'utiliser les terminaux H.324 dans des environnements de transmission fortement exposés aux erreurs. Ces couches d'adaptation comprennent des options spéciales pour les terminaux H.324, par exemple:

- détection et correction des erreurs;
- numérotage des séquences;
- demande automatique de répétition;
- capacités de retransmission (mode ARQ hybride de type I et II);
- procédure de segmentation pour la transmission dans le mode sans tramage;
- prise en charge de trames dans le mode de transmission sans tramage.

##### **Source**

L'Annexe C à la Recommandation UIT-T H.223 élaborée par la Commission d'études 16 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 6 février 1998 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.

Dans certains secteurs des technologies 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.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1998

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

	<b>Page</b>
Annexe C – Protocole de multiplexage pour communications mobiles multimédias à faible débit sur des canaux à fort taux d'erreurs .....	1
C.1 Domaine d'application.....	1
C.2 Sigles et définitions .....	1
C.3 Spécification de la couche de multiplexage (MUX) .....	1
C.3.1 Mode de bourrage .....	2
C.4 Couche d'adaptation .....	2
C.4.1 Couche AL1M.....	2
C.4.2 AL2M.....	23
C.4.3 Couche AL3M.....	26
Appendice I – Matrices génératrices du code BCH étendu systématique.....	26
I.1 Codes BCH.....	26
I.2 Codes BCH étendus systématiques .....	27
I.3 Aperçu général du décodeur.....	27
I.4 Matrices génératrices des codes BCH étendus systématiques.....	28



## Recommandation H.223

# PROTOCOLE DE MULTIPLEXAGE POUR COMMUNICATIONS MULTIMEDIAS A FAIBLE DEBIT

## ANNEXE C

### Protocole de multiplexage pour communications mobiles multimédias à faible débit sur des canaux à fort taux d'erreurs

(Genève, 1998)

#### C.1 Domaine d'application

La présente annexe spécifie le protocole de niveau 3 des extensions de la Recommandation H.223 applicables aux terminaux mobiles telles que décrites à l'Annexe C/H.324. Le niveau 3 définit le système le plus robuste, c'est-à-dire le moins vulnérable aux erreurs, pour les terminaux mobiles de la Recommandation H.324. La présente annexe modifie la couche de multiplexage ainsi que la couche d'adaptation spécifiées dans la Recommandation H.223.

#### C.2 Sigles et définitions

La présente annexe utilise les abréviations suivantes:

ARQ	demande de répétition automatique ( <i>automatic repeat request</i> )
CEC	code de vérification d'erreur ( <i>control error code</i> )
CF	champ d'en-tête de commande ( <i>control header field</i> )
EGolay	code Golay étendu ( <i>extended Golay code</i> )
FEC	correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )
N(R)	numéro de séquence à la réception ( <i>receive sequence number</i> )
N(S)	numéro de séquence à l'émission ( <i>send sequence number</i> )
RCPC	code convolutionnel lacunaire compatible avec le débit ( <i>rate compatible punctured convolutional code</i> )
RN	numéro de retransmission ( <i>retransmission number</i> )
SEBCH	code de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem étendu systématique ( <i>systematic extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code</i> )
SN	numéro de séquence ( <i>sequence number</i> )
SRC	code convolutionnel récurrent systématique ( <i>systematic recursive convolutional code</i> )
TB	bit de queue ( <i>tail bit</i> )

#### C.3 Spécification de la couche de multiplexage (MUX)

La présente annexe applique pour la couche de multiplexage quasiment les mêmes spécifications que celles qui sont définies dans l'Annexe B/H.223, sauf en ce qui concerne le mode de bourrage indiqué dans B.3.2.3/H.223.

### **C.3.1 Mode de bourrage**

Initialement, avant un changement dynamique de niveau, le mode de bourrage de niveau 3 a une structure identique à celle du mode de bourrage utilisé au niveau 2, le champ de longueur de capacité utile multiplexée (MPL) étant mis à "0000 0000". Toutefois, le champ de code de multiplexage MC doit être mis à "1111". L'en-tête peut également comprendre le champ d'en-tête facultatif défini dans l'Annexe B/H.223 (voir B.3.2.1). Le mode de bourrage peut être inséré de manière consécutive un nombre quelconque de fois. Après un changement de niveau, le terminal peut aussi recourir au mode de bourrage exact spécifié au B.3.2.3/H.223.

## **C.4 Couche d'adaptation**

### **C.4.1 Couche AL1M**

#### **C.4.1.1 Structure de la couche AL1M**

La couche AL1M est une couche d'adaptation d'une grande souplesse servant essentiellement à transférer des données et des informations de commande dans un environnement fortement exposé aux erreurs, par exemple un environnement hertzien. Elle assure la détection des erreurs, la correction d'erreurs directe (FEC, *forward error correction*) et la retransmission (ARQ, *automatic repeat request*). Elle accepte également le transfert en mode trame et en mode sans trame.

La couche AL1M autorise deux modes de transfert:

- a) transmission en mode trame;
- b) transmission en mode sans trame.

Dans le cas de la transmission en mode trame, la couche AL1M peut servir à transférer des trames créées par un protocole de la couche supérieure tel que le protocole de couche de liaison de données LAPM/V.42 ou LAPF/Q.922. Les trames sont d'abord mappées avec les unités AL-SDU, puis celles-ci sont transmises par la couche AL1M à la couche MUX dans des unités de données de service de multiplexage MUX-SDU.

La couche AL1M peut également servir à acheminer une séquence d'octets sans trame. Selon ce mode de transmission, aucun tramage interne de la séquence d'octets n'est perçu par la couche AL1M, qui transmet les octets reçus de la couche supérieure à la couche de multiplexage, sans tenir compte de la structure de trame.

L'émetteur choisit le mode de transfert AL1M dans le message OpenLogicalChannel selon H.245.

La couche AL1M comprend un en-tête facultatif codé en EGolay ou SEBCH. Elle assure également un numérotage facultatif des séquences qui peut servir à détecter les unités AL-PDU manquantes ou mal transmises. Elle transmet des unités AL-SDU de longueur variable. Outre ce qui est spécifié dans la Recommandation H.223, la couche AL1M offre aussi une capacité qui permet de scinder une unité AL-SDU tramée longue en plusieurs paquets et de la transmettre en une seule unité AL-SDU à l'utilisateur de la couche AL1.

#### **C.4.1.2 Primitives échangées entre la couche AL1M et l'utilisateur de la couche AL1**

Les primitives échangées sont identiques à celles qui sont spécifiées au 7.2.2/H.223, le terme AL1 étant remplacé par le terme AL1M.

##### **C.4.1.2.1 Description des primitives**

La description des primitives est identique à celle qui figure au 7.2.2.1/H.223, le terme AL1 étant remplacé par le terme AL1M.



#### C.4.1.2.2 Description des paramètres

- AL-SDU: ce paramètre spécifie l'unité d'information échangée entre la couche AL1M et l'utilisateur de la couche AL1. Chaque unité de données de service AL-SDU doit contenir un nombre entier d'octets. La longueur des unités AL-SDU peut être variable. Les octets d'une unité AL-SDU sont numérotés de 1 à n et, dans chaque octet, les bits sont numérotés de 1 à 8. Le bit 1 de l'octet 1 est transmis en premier. Une entité réceptrice de la couche AL1M peut transmettre une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL1 pour indiquer qu'une unité AL-SDU est manquante.
- Indication d'erreur (EI, *error indication*): ce paramètre peut être utilisé en réception dans la couche AL1M pour communiquer des indications d'erreur à l'utilisateur de la couche AL1. Ce procédé peut également être utilisé si l'entité réceptrice de la couche AL1M transmet une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL1. Les procédures détaillées d'utilisation et de codage numérique sortent du cadre de la Recommandation H.223.

#### C.4.1.3 Fonctions de la couche AL1M

La couche AL1M assure les fonctions suivantes:

- détection et indication facultatives des erreurs;
- numérotage facultatif des séquences;
- correction facultative des erreurs vers l'avant;
- prise en charge facultative de la retransmission dans le mode ARQI ou ARQII;
- fractionnement facultatif des unités AL-SDU.

#### C.4.1.4 Format et structure de la couche AL1M

Le format de la couche AL1M est représenté à la Figure C.1.

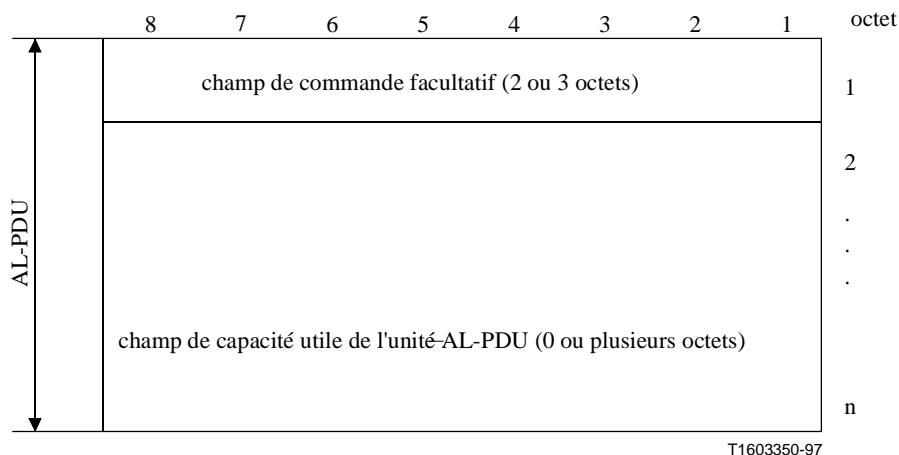


Figure C.1/H.223 – Format de l'unité AL-PDU de la couche AL1M

La capacité utile de l'unité AL-PDU comprend une unité I-PDU ou une unité S-PDU. Si une unité S-PDU est transmise, la longueur de la capacité utile AL-PDU est nulle. Dans le cas contraire, il s'agit d'une unité I-PDU. Dans les descriptions ci-après, et en l'absence d'explication explicite, la capacité utile AL-PDU est une unité I-PDU. La longueur maximale des unités AL-PDU qu'un récepteur de la couche AL1M peut accepter doit être notifiée au moyen des procédures d'échange de capacités définies dans la Recommandation H.245.

A la différence de la couche AL1 décrite dans la Recommandation H.223, l'unité AL-SDU n'est pas toujours directement mappée avec la capacité utile de l'unité AL-PDU (voir la Figure C.2). La couche d'application (utilisateur de la couche AL1) transfère ses données à la couche d'adaptation via des unités AL-SDU. La couche d'adaptation crée ses propres unités AL-SDU\* à partir des unités AL-SDU. La longueur des unités AL-PDU peut être déterminée selon la procédure indiquée au C.4.1.7.1. L'unité AL-PDU est constituée de la capacité utile de l'unité AL-PDU et du champ de commande (CF, *control field*) facultatif. Un entrelacement de bits peut être appliqué à titre facultatif à l'ensemble de l'unité AL-PDU.

Le protocole de correction d'erreur permet à la couche AL1M de fonctionner dans les deux modes suivants:

- FEC\_ONLY: dans ce mode, une unité AL-SDU\* dotée d'un code de redondance cyclique CRC est codé en RCPC avec un débit de codage  $r \leq 1,0$ . L'unité AL-PDU obtenue comprend uniquement un champ de capacité utile AL-PDU. Le mode de fonctionnement n'est pas pris en charge;
- ARQ: si le mode sélectionné est ARQ (ARQI ou ARQII), il est possible de demander des retransmissions. Le code obligatoire de détection d'erreur (CRC) et les bits de queue (TB, *tail bits*)<sup>1</sup> sont ajoutés à l'unité AL-SDU\*. Ce nouveau champ est codé au moyen du code convolutionnel avec un débit initial  $r = 1/4$ . Les données codées peuvent être introduites dans une mémoire tampon linéaire<sup>2</sup> selon la règle de ponctionnement. Pour remplir la capacité utile de l'unité AL-PDU, les octets de la mémoire tampon peuvent en être extraits en ordre linéaire, le premier octet de la mémoire tampon étant le premier octet de la capacité utile de l'unité AL-PDU.

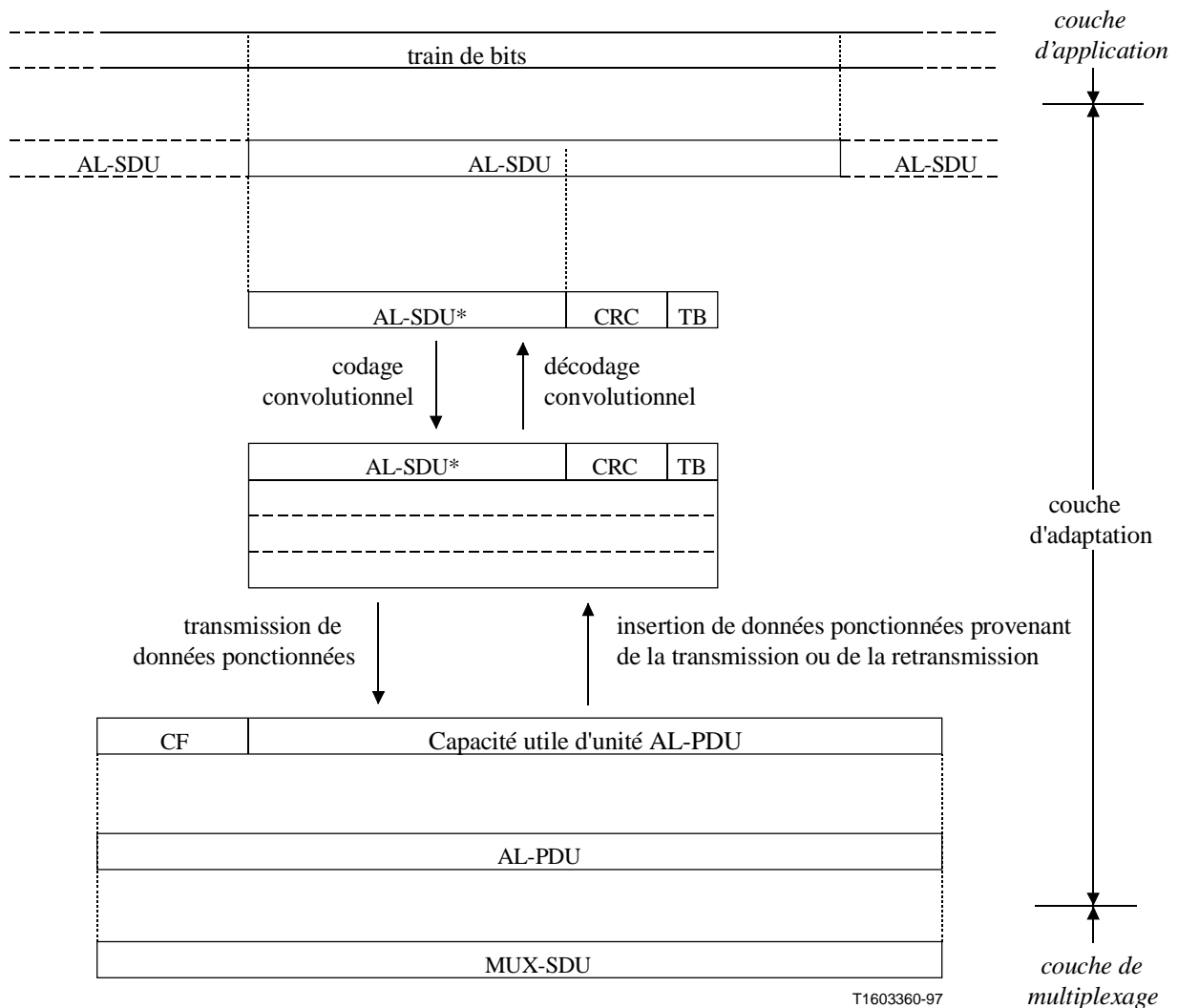
Lorsque seul le mode ARQI est utilisé, chaque transmission ou retransmission doit contenir les mêmes données codées. Par conséquent, l'unité AL-PDU de chaque retransmission du même numéro de séquence SN doit contenir le même nombre d'octets.

Dans le mode ARQII, chaque transmission ou retransmission peut contenir des données codées différentes provenant de la mémoire tampon, ce qui peut aboutir à différentes longueurs de capacité utile des unités AL-PDU transmises ou retransmises. Les octets de la mémoire tampon doivent être introduits dans la capacité utile de la première unité AL-PDU transmise de manière linéaire depuis le début de la mémoire tampon. Lors de chaque retransmission, les données doivent être transmises par lecture de la mémoire tampon après le dernier octet lu. Si le processus de lecture arrive à la fin de la mémoire tampon, il procède à la lecture à partir du début de la mémoire tampon.

---

<sup>1</sup> Les bits de queue sont nécessaires en raison de l'utilisation du système de correction d'erreur avec des codes convolutionnels. Dans ce cas, la longueur du champ TB est de 4 bits.

<sup>2</sup> Le système de mémoire tampon n'est utilisé que pour faciliter la description du système de codage/décodage. Le mode de mise en œuvre du système n'est donc pas décrit.



**Figure C.2/H.223 – Structure de la couche AL1M**

#### C.4.1.5 Champ de commande (CF)

Le champ de commande facultatif se compose d'un champ de numéro de séquence (SN), d'un champ de numéro de retransmission (RN, *retransmission number*), d'un champ de 1 bit (X) et d'un champ de code de vérification d'erreur (CEC). Le champ CEC applique le code SEBCH ou le code EGolay, comme indiqué dans la Figure C.3. Ces codes assurent la détection et la correction des erreurs pour les champs SN, RN et X.

8	7	6	5	4	3	2	1	octet
P1	X	RN	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	2

**Figure C.3/H.223 – Format du champ de commande de l'unité AL-PDU pour la couche AL1M avec SN = 5 et code SEBCH**

8	7	6	5	4	3	2	1	octet
SN8	SN7	SN6	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P4	P3	P2	P1	X	RN	SN10	SN9	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3

**Figure C.4/H.223 – Format du champ de commande de l'unité AL-PDU pour la couche AL1M avec SN = 12 et code EGolay**

NOTE – L'ordre des bits dans les champs des Figures C.3 et C.4 n'est pas conforme à la convention générale de la Recommandation H.223.

La longueur du champ SN peut varier en fonction du code utilisé dans le champ CEC, comme le montre le Tableau C.1. En l'absence du champ de commande, la procédure de retransmission n'est pas appliquée.

**Tableau C.1/H.223 – Longueur du champ SN selon les différents champs CEC**

Champ CEC	Longueur du champ SN	Voir
code SEBCH (16,7,6)	5	Tableau C.6
code EGolay (24,12,8)	10	B.3.2.1.3/H.223

#### C.4.1.5.1 Champ de numéro de séquence (SN)

Le champ de numéro de séquence doit comporter 5 ou 10 bits, selon le code CEC choisi. Le champ SN doit contenir un numéro de séquence à l'émission N(S), sauf lorsqu'il s'agit de messages SREJ. Dans ce cas, il doit contenir un numéro de séquence à la réception N(R).

En cas d'utilisation du champ SN, le récepteur de la couche AL1M peut détecter qu'une unité AL-PDU est absente ou a été incorrectement transmise par la couche MUX. Le récepteur de la couche AL1M doit ignorer toute unité AL-PDU incorrectement transmise qu'il a détectée.

#### C.4.1.5.2 Champ RN

Pour la transmission d'une unité S-PDU dans la voie de retour (message SREJ), le champ RN doit contenir la parité du numéro de retransmission (RN). Autrement, ce champ est mis à "0".

Pour une trame I-PDU, ce champ peut être utilisé pour signaler le dernier paquet transmis résultant du fractionnement d'une unité AL-SDU en plusieurs unités AL-SDU\*. Cela ne se produira que pour le transfert en mode trame. Le mode de fractionnement est décrit au C.4.1.6.

#### C.4.1.5.3 Champ X

Pour une unité S-PDU, le champ X indique un message SREJ ou DRTX (voir le Tableau C.2).

**Tableau C.2/H.223 – Définition des messages de supervision**

Message	Valeurs des bits du champ X
rejet sélectif (SREJ)	1
refus de retransmission (DRTX)	0

Pour une unité I-PDU, le champ X doit être utilisé comme indication de la longueur du champ de l'unité AL-SDU\*. Le champ X doit être l'équivalent modulo 2 du nombre d'octets se trouvant dans une unité AL-SDU\*. Si l'unité AL-SDU\* contient un nombre impair d'octets, X est égal à "1". Dans le cas contraire, X est égal à "0".

#### C.4.1.5.4 Champ de code de vérification d'erreur (CEC)

Le champ CEC défini par les bits de parité P dans les Figures C.3 et C.4 donne la capacité de détection d'erreur et/ou de correction d'erreur.

NOTE – L'ordre des bits dans les champs des Figures C.3 et C.4 n'est pas conforme à la convention générale de la Recommandation H.223.

La longueur du champ SN peut varier en fonction du code utilisé dans le champ CEC, comme le montre le Tableau C.1. En l'absence du champ de commande, la procédure de retransmission n'est pas appliquée.

La définition du code Golay est telle que décrite au B.3.2.1.3/H.223 permettant de calculer la valeur du champ CEC par l'équation suivante:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \\ P12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 101011100011 \\ 111110010010 \\ 110100101011 \\ 110001110110 \\ 110011011001 \\ 011001101101 \\ 001100110111 \\ 101101111000 \\ 010110111100 \\ 001011011110 \\ 101110001101 \\ 010111000111 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \\ SN6 \\ SN7 \\ SN8 \\ SN9 \\ SN10 \\ RN \\ X \end{bmatrix}$$

NOTE – Le symbole T indique une transposition de matrice.

Les bits CEC en code SEBCH doivent être calculés par l'équation suivante:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100010111 \\ 110011100 \\ 011001110 \\ 101110001 \\ 010111001 \\ 001011101 \\ 000101111 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \\ RN \\ X \end{bmatrix}$$

Les récepteurs de la couche ALIM conformes à la Recommandation H.223 doivent pouvoir recevoir et interpréter les unités AL-PDU au moyen de ces deux champs CEC différents. Le champ CEC réel du champ de commande doit être déterminé par l'émetteur et notifié au terminal éloigné dans le message OpenLogicalChannel selon la Recommandation H.245.

#### C.4.1.6 Procédures de fractionnement d'une trame d'unité AL-SDU (en mode de fractionnement)

En mode de transfert de trames, la couche d'adaptation peut scinder l'unité AL-SDU en une ou plusieurs unités AL-SDU\*, si l'utilisation de la procédure de fractionnement est notifiée par le message OpenLogicalChannel. Cette procédure est obligatoire pour le récepteur.

Chaque unité AL-SDU\* est transmise de la manière décrite au C.4.1.7. Pour identifier la fin d'une unité AL-SDU, la dernière unité AL-SDU\* de l'unité AL-SDU est marquée par affectation de la valeur "1" logique au champ RN. Dans le cas contraire, le champ RN est mis à "0".

#### C.4.1.7 Procédures de codage et de décodage de la capacité utile AL-PDU

Le champ de capacité utile contient une unité I-PDU complète ou une unité S-PDU. L'unité I-PDU est un champ à alignement d'octets, qui comprend un ou plusieurs octets de données codées. L'unité S-PDU n'est utilisée qu'en cas d'échange de capacité de retransmission. L'unité S-PDU est un champ de capacité utile AL-PDU de 0 octet. Selon le sens de l'unité S-PDU, voie d'aller ou voie inverse (voir C.4.1.13.2), ce champ de capacité utile de 0 octet représente des messages différents.

L'émetteur doit créer une unité AL-PDU telle que sa taille ne dépasse pas la taille d'unité AL-PDU maximale susceptible d'être acceptée par le récepteur ALIM. Cette taille est notifiée dans l'échange de capacité défini dans la Recommandation H.245.

##### C.4.1.7.1 Evaluation de la longueur de l'unité AL-PDU (I-PDU)

Les paramètres suivants sont indiqués:

- $l_v$  longueur de l'unité AL-PDU en bits;
- $t$  longueur de l'unité AL-SDU\* en bits;
- $r_{cible}$  débit de codage du code convolutionnel lacunaire compatible avec le débit (RCPC, *rate compatible punctured convolutional code*);
- $l_h$  longueur du champ d'en-tête de commande (CF) en bits;
- $l_{CRC}$  longueur du champ de contrôle de redondance cyclique (CRC) en bits;
- $l_{TB}$  nombre de bits de queue du code RCPC.

La longueur  $l_v$  de l'unité AL-PDU peut être évaluée selon l'équation suivante:

$$l_v = \min_{\lambda \in \mathfrak{S}, \lambda \bmod 8 = 0} \left\{ \lambda \geq l_h + \left\lceil \frac{t + (l_{CRC} + l_{TB})}{r_{target}} \right\rceil \right\}, \quad \text{avec } \mathfrak{S} \text{ en entiers seulement} \quad (\text{C-1})$$

Les paramètres  $l_v$ ,  $t$  et  $(l_{CRC} + l_{TB})$  doivent avoir un nombre entier d'octets. Toutefois, l'équation C.1 garantit uniquement que le débit de codage  $r_{résultat}$  est égal ou inférieur au débit initial  $r_{cible}$ . L'équation C.1 est utilisée par l'émetteur de la couche ALIM. Au niveau du récepteur de la couche ALIM, la longueur de l'unité AL-SDU\*  $t$  est évaluée selon l'équation suivante:

$$t = \max_{\tau \in \mathfrak{S}, \tau \bmod 8 = 0} \left\{ \tau \leq \left\lfloor (l_v - l_h) \right\rfloor \cdot r_{target} \right\} - 1_{CRC} - 1_{TB}, \quad \text{avec } \mathfrak{S} \text{ en entiers seulement} \quad (\text{C-2})$$

Les deux équations sont calculées en octets, comme le montre l'exemple suivant:

Exemple:

La couche AL1M souhaite transmettre une unité AL-SDU\* de  $t = 376$  bits (47 octets),  $r_{cible} = 8/10$ ,  $l_h = 24$  bits (3 octets),  $l_{CRC} = 20$  bits,  $l_{TB} = 4$  bits. L'application de l'équation C.1 donne, comme longueur d'unité AL-PDU,  $l_v = 66$  octets. Le paramètre  $r_{résultat}$  peut être évalué par

$$r_{résultat} = \frac{t + (l_{CRC} + l_{TB})}{l_v - l_h} \leq r_{cible}. \quad (C-3)$$

Dans cet exemple:

$$r_{résultat} = \frac{50}{63} \approx 0,794 \leq r_{cible} = 0,800.$$

#### C.4.1.7.2 Contrôle de redondance cyclique (CRC)

Le champ CRC offre une capacité de détection d'erreur sur la totalité de l'unité AL-SDU\*. Il est ajouté à l'unité AL-PDU avant l'application de la procédure de codage pour correction d'erreur et est utilisé par le récepteur de la couche AL1M pour vérifier si la procédure de décodage de l'algorithme de correction d'erreur est exempte d'erreur. Il peut comporter 4, 12, 20 ou 28 bits. Sa longueur doit être spécifiée pendant la procédure OpenLogicalChannel procedure selon H.245. Il doit être évalué selon la même procédure que celle qui est décrite au 7.3.3.2.3/H.223.

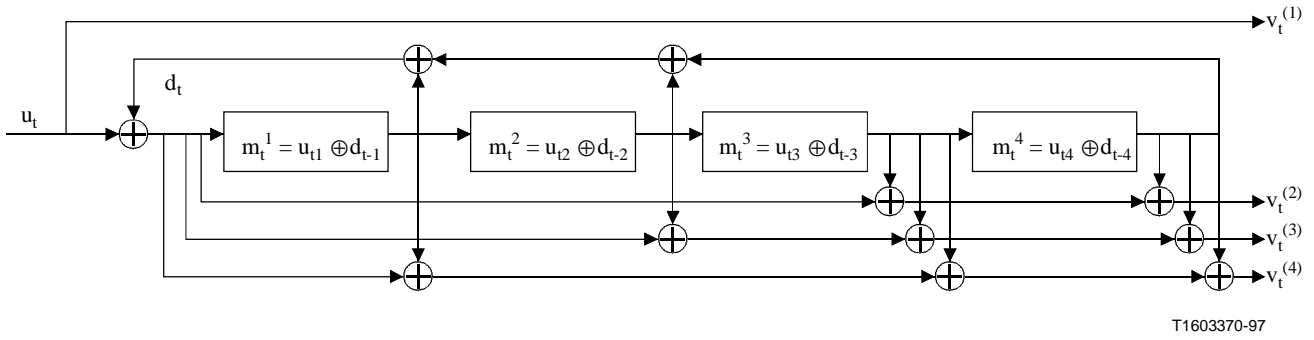
Description des polynômes du champ CRC:

- a) champ CRC de 4 bits:  $x^4 + x^3 + x^2 + 1$ ;
- b) champ CRC de 12 bits:  $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$ ;
- c) champ CRC de 20 bits:  $x^{20} + x^{19} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$ ;
- d) champ CRC de 28 bits:  $x^{28} + x^{27} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$ .

#### C.4.1.7.3 Codeur convolutionnel systématique

Le codeur de canal repose sur un codeur convolutionnel récurrent systématique (SRC, *systematic recursive convolutional*) avec un débit  $R=1/4$ . Avec la procédure de ponctionnement décrite dans le Tableau C.4, on obtient un code convolutionnel lacunaire compatible avec le débit (RCPC). Au niveau de l'émetteur de la couche AL1M, la capacité utile AL-PDU est produite par codage convolutionnel du champ concaténé formé par l'unité AL-SDU\* et le champ CRC. Le codage convolutionnel du champ CRC commence avec le terme d'ordre le plus élevé du polynôme représentant ce champ. Au niveau du récepteur de la couche AL1M, la concaténation de l'unité AL-SDU\* et du champ CRC peut être reconstituée par décodage convolutionnel, par exemple par décodage de Viterbi. Ce code étant systématique, le récepteur peut également extraire directement l'unité AL-SDU\* protégée par le code CRC du train de bits reçu sans décodage convolutionnel.

Le code SRC est créé à partir d'une matrice génératrice rationnelle au moyen d'une boucle de contre-réaction. La réalisation d'un registre à décalage du codeur est représentée à la Figure C.5.



**Figure C.5/H.223 – Réalisation d'un registre à décalage pour le codeur convolutionnel récurrent systématique**

Pour obtenir les vecteurs de sortie  $\mathbf{v}_t$  à chaque instant  $t$ , il est nécessaire de connaître le contenu des registres à décalage  $m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4$  (correspondant à l'état) ainsi que le bit d'entrée  $u_t$  à l'instant  $t$ .

On obtient les sorties  $v_t^{(2)}, v_t^{(3)}$  et  $v_t^{(4)}$ :

$$\begin{aligned} v_t^{(2)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus (u_t \oplus d_t) \\ v_t^{(3)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus (u_t \oplus d_t) \\ v_t^{(4)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus (u_t \oplus d_t) \end{aligned}$$

avec:

$$d_t = m_t^4 \oplus m_t^2 \oplus m_t^1, m_t^4 = u_{t-4} \oplus d_{t-4}, m_t^3 = u_{t-3} \oplus d_{t-3}, m_t^2 = u_{t-2} \oplus d_{t-2}, m_t^1 = u_{t-1} \oplus d_{t-1}$$

Enfin, on obtient pour le vecteur de sortie  $\mathbf{v}_t = (v_t^{(1)}, v_t^{(2)}, v_t^{(3)}, v_t^{(4)})$  à l'instant  $t$  selon le bit d'entrée  $u_t$  et l'état courant  $\mathbf{m}_t = (m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4)$ :

$$\begin{aligned} v_t^{(1)} &= u_t \\ v_t^{(2)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus m_t^1 \oplus u_t \\ v_t^{(3)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus u_t \\ v_t^{(4)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus u_t \end{aligned}$$

avec  $\mathbf{m}_t = (m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4) = (0, 0, 0, 0) = \mathbf{0}$

L'état initial doit toujours être  $\mathbf{0}$ , c'est-à-dire que chaque cellule mémoire contient un 0 avant l'introduction du premier bit d'information  $u_t$ . Les bits de queue suivant la séquence d'information  $\mathbf{u}$  pour revenir à l'état  $\mathbf{m}_n = \mathbf{0}$  (terminaison) dépend du dernier état  $\mathbf{m}_{n-3}$  (état après l'introduction du dernier bit d'information  $u_{n-4}$ ). La séquence de terminaison pour chaque état décrit par  $\mathbf{m}_{n-3}$  est indiquée au Tableau C.3. Le récepteur peut utiliser ces bits de queue (TB) pour une détection d'erreur supplémentaire.

Les données  $(u_{n-3}, u_{n-2}, u_{n-1}, u_n)$  ajoutées à la séquence d'information peuvent être calculées avec la condition suivante:

pour tout  $t$  répondant à la condition  $n-3 \leq t \leq n$ :  $u_t \oplus d_t = 0$ .



On obtient ainsi pour le vecteur de bit de queue  $\underline{u}' = (u_{n-3}, u_{n-2}, u_{n-1}, u_n)$ , selon l'état  $\underline{m}_{n-3} = (m_{n-3}^1, m_{n-3}^2, m_{n-3}^3, m_{n-3}^4)$ .

$$u_{n-3} = d_{n-3} = m_{n-3}^4 \oplus m_{n-3}^2 \oplus m_{n-3}^1$$

$$u_{n-2} = d_{n-2} = m_{n-2}^4 \oplus m_{n-2}^2 \oplus m_{n-2}^1 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1 \oplus 0 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1$$

$$u_{n-1} = d_{n-1} = m_{n-1}^4 \oplus m_{n-1}^3 \oplus m_{n-1}^2 = m_{n-3}^2 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^2$$

$$u_n = d_n = m_{n-3}^1 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^1$$

**Tableau C.3/H.223 – Bits de queue pour le code convolusionnel récurrent systématique**

Etat $\underline{m}_{n-3}$	$m_{n-3}^4$	$m_{n-3}^3$	$m_{n-3}^2$	$m_{n-3}^1$	$u_{n-3}$	$u_{n-2}$	$u_{n-1}$	$u_n$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	1
2	0	0	1	0	1	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	1	0	0	1
6	0	1	1	0	1	1	1	0
7	0	1	1	1	0	0	1	1
8	1	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	0	1	0	1
10	1	0	1	0	0	0	1	0
11	1	0	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	1	0	0
13	1	1	0	1	0	0	0	1
14	1	1	1	0	0	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0	1	1

#### C.4.1.7.4 Tables de ponctionnement

Le ponctionnement des données produites par le codeur SRC autorise différents débits de transmission. Les tables de ponctionnement figurent au Tableau C.4. Etant donné que tous les débits comprennent tous les bits de tous les débits inférieurs, ce code est compatible au niveau du débit.

**Tableau C.4/H.223 – Tables de ponctionnement  
(toutes valeurs en représentation hexadécimale)**

Débit r	8/8	8/9	8/10	8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16	8/17	8/18	8/19	8/20
$P_r(0)$	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(1)$	00	80	88	A8	AA	EA	EE	FE	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(2)$	00	00	00	00	00	00	00	00	00	80	88	A8	AA
$P_r(3)$	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Débit r	8/21	8/22	8/23	8/24	8/25	8/26	8/27	8/28	8/29	8/30	8/31	8/32
$P_r(0)$	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(1)$	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(2)$	EA	EE	FE	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(3)$	00	00	00	00	80	88	A8	AA	EA	EE	FE	FF

#### C.4.1.8 Entrelacement

L'entrelacement des blocs peut être utilisé pour certains canaux.

Dans ce cas, il doit être appliqué à la totalité de l'unité AL-PDU, y compris le champ de commande. La longueur de l'unité AL-PDU étant variable, la dimension de la matrice d'entrelacement des blocs doit être recalculée pour chaque longueur. Etant donné une unité AL-PDU de longueur  $l_v$ , les dimensions de cette matrice peuvent être calculées de la manière suivante:

$$a = \max_{\alpha \in \mathfrak{S}, l_v \bmod \alpha = 0} \{ \alpha \leq \sqrt{l_v} \}, \text{ avec } \mathfrak{S} \text{ en entiers seulement}$$

$$b = l_v / a$$

$b$  décrit la distance, après l'entrelacement, entre deux bits qui étaient consécutifs avant l'entrelacement. L'unité AL-PDU ayant les octets, la valeur minimale de  $b$  est 8.

Le récepteur doit calculer les dimensions de la matrice d'entrelacement au moyen de l'équation ci-dessus et de la longueur de l'unité AL-PDU  $l_v$  reçue. Un désentrelacement doit également être appliqué à la totalité de l'unité AL-PDU.

#### C.4.1.9 Procédure de codage d'une unité AL-SDU\* (I-PDU) en unité AL-PDU

Les opérations suivantes sont nécessaires pour obtenir une unité AL-PDU à partir d'une unité AL-SDU\*:

- 1) calcul de la longueur de la capacité utile AL-PDU  $l_p$  comme indiqué au C.4.1.7.1 et du premier débit requis dans le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245;
- 2) ajout d'un champ CRC de la longueur requise dans le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245;
- 3) en raison de l'utilisation des codes convolutionnels d'un débit initial  $r = 1/4$  avec la mémoire 4, quatre bits de queue (TB) seront ajoutés à partir du Tableau C.3;
- 4) création de données codées au moyen du codeur convolutionnel;
- 5) selon les règles de ponctionnement du Tableau C.4, insertion des bits produits par le codeur convolutionnel dans une mémoire tampon linéaire. Positionnement de l'unité AL-SDU\* à laquelle ont été ajoutés les champs CRC et TB au début de la mémoire tampon;

- 6) pour la première transmission, extraire les bits  $l_p$  (longueur de capacité utile AL-PDU) de la mémoire tampon, à partir du début de la mémoire tampon; insérer ces bits dans le champ de capacité utile AL-PDU. Le premier octet de la mémoire tampon est le premier octet du champ de capacité utile AL-PDU;
- 7) si le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245 l'exige, le champ de commande (CF) doit être ajouté au début de l'unité AL-PDU;
- 8) un entrelacement doit être appliqué comme indiqué au C.4.1.8 pour la totalité de l'unité AL-PDU, si le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245 l'a exigé.

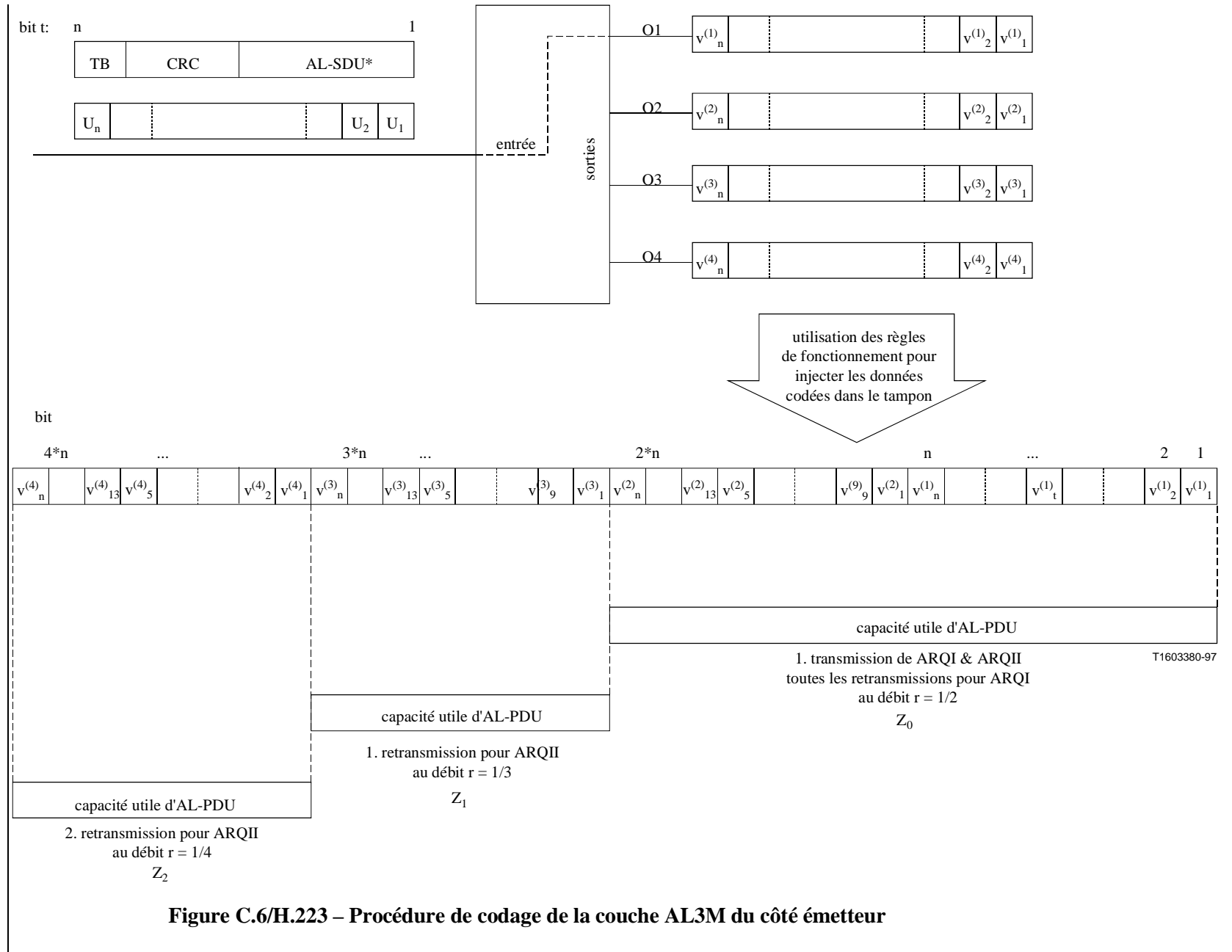
Ces opérations sont valables pour les modes FEC\_ONLY, ARQI et ARQII. Si FEC\_ONLY est utilisé, aucune retransmission n'est possible.

Dans le mode ARQ, le contenu de l'unité AL-PDU est variable en ce qui concerne les retransmissions:

- ARQI: dans ce mode, le contenu de chaque unité AL-PDU transmise ou retransmise est identique et est de même longueur;
- ARQII: l'entité émettrice transmet en premier le premier débit de codage selon le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245 et peut choisir toute longueur de capacité utile d'unité AL-PDU pour les retransmissions suivantes.

Toutefois, si le débit de codage initial est atteint, l'émetteur commence à transmettre au début de la mémoire tampon linéaire et peut choisir librement le débit de codage, si le nombre maximal de retransmissions (incrémentales) n'est pas atteint.

La Figure C.6 représente les procédures de codage de la couche ALM du côté de l'émetteur.



**Figure C.6/H.223 – Procédure de codage de la couche AL3M du côté émetteur**

Exemple:

L'exemple suivant montre comment interpréter les tables de ponctionnement et comment introduire les données codées dans la mémoire tampon linéaire.

Les paramètres suivants sont indiqués:

- $l_{CRC} = 4$  bits;
- $l_{TB} = 4$  bits;
- $t = 8$  bits;
- $l_{\text{mémoire tampon}} = 4 * 16$  bits = 64 bits.

Le codeur convolutionnel produit quatre trains de bits, chacun de ceux-ci comprenant 16 bits. Le numérotage est similaire à celui de la Figure C.6. La sortie de la ligne 1, c'est-à-dire les bits systématiques, est directement transférée à la mémoire tampon linéaire. Tous les bits des sorties 2, 3 et 4 sont introduits dans une matrice temporaire (description d'un exemple simple). Les bits sont extraits ligne par ligne du codeur convolutionnel et sont introduits de la colonne 1 à la colonne 8, puis ligne par ligne dans la matrice temporaire, comme indiqué à la Figure C.7. Cette matrice est ensuite mappée à l'aide de la règle de ponctionnement et ajoutée à la mémoire tampon linéaire. La règle de ponctionnement indique l'ordre de lecture des colonnes. Pour obtenir un débit de codage  $r = 1/3$ , les 48 premiers bits sont transmis à la capacité utile AL-PDU par lecture des bits à partir du début de la mémoire tampon (partie inférieure droite de la Figure C.6). Pour un autre débit de codage ( $r = 8/13$ ), il est nécessaire d'extraire 26 bits de la matrice. Toutefois, 32 bits doivent être transmis pour obtenir une capacité utile AL-PDU avec alignement d'octets.



#### **C.4.1.10 Décodage de la capacité utile AL-PDU (I-PDU)**

Le récepteur peut vérifier les bits systématiques reçus avant de décoder le code convolusionnel. Il peut également utiliser les bits de queue pour détecter les erreurs. En cas d'échec du contrôle CRC ou TB, il est possible d'utiliser tout type de décodage convolusionnel.

Après le codage convolusionnel, le contrôle de redondance cyclique doit être utilisé pour vérifier à nouveau si la tentative de décodage est correcte. En cas d'échec du contrôle, une autre retransmission peut être demandée ou bien les données erronées peuvent être transmises à l'utilisateur AL1 avec un message approprié d'indication d'erreur (EI). S'il n'existe que des données erronées, le récepteur peut utiliser les bits d'information décodés ou les bits systématiques avant décodage comme unité AL-SDU\* reçue.

En cas d'utilisation de la procédure de retransmission ARQI, chaque retransmission donne les mêmes données que celle qui précède. Si c'est la procédure ARQII qui est appliquée, chaque retransmission donne de nouvelles données qui peuvent être combinées avec les données précédemment reçues pour produire un code de correction d'erreur plus puissant. Après chaque tentative de décodage, le résultat doit être soumis au contrôle de redondance cyclique.

#### **C.4.1.11 Procédures d'interruption**

Cette primitive est ignorée et aucune opération n'est effectuée.

#### **C.4.1.12 Procédures de protection contre les erreurs**

##### **C.4.1.12.1 Unités AL-PDU non valables**

Une unité AL-PDU est dite non valable si:

- a) l'unité AL-PDU associée comporte un nombre d'octets inférieur au nombre minimal spécifié au C.4.1.4;
- b) l'unité AL-PDU ne contient pas un nombre entier d'octets;
- c) sa longueur dépasse la taille maximale d'une unité AL-PDU;
- d) l'unité AL-SDU\* ne contient pas un nombre entier d'octets.

Une unité AL-PDU ne présentant pas de défaut de validité est appelée unité AL-PDU valable.

##### **C.4.1.12.2 Unités AL-PDU comportant des erreurs**

Une unité AL-PDU contenant une erreur apparaît au niveau du récepteur de la couche AL1M dans le cas suivant:

- l'unité AL-PDU est valable et la capacité utile AL-PDU associée décodée contient une erreur constatée par contrôle de redondance cyclique.

Une unité AL-PDU valable et sans erreur est appelée unité AL-PDU exempte d'erreur.

##### **C.4.1.12.3 Protection contre les erreurs: champ CF absent**

En cas de contrôle négatif de redondance cyclique au niveau du récepteur de la couche AL1M, lorsque le champ CF est absent et que la détection d'erreur par contrôle de redondance cyclique est appliquée à la capacité utile AL-PDU, la capacité utile AL-PDU associée doit être transmise à l'utilisateur de la couche AL1, associée à un paramètre d'indication d'erreur (EI) approprié, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

#### C.4.1.12.4 Protection contre les erreurs: champ de commande vers l'avant présent

En présence d'un champ CF, le récepteur de la couche AL1M a la possibilité d'invoquer les procédures de retransmission ARQI ou ARQII. Celle qui est utilisée doit être indiquée par l'entité émettrice de la couche AL1M dans le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245. Cette entité doit répondre à une demande de retransmission conformément aux procédures définies au C.4.1.13. Les procédures de protection contre les erreurs applicables aux opérations de retransmission sont décrites au C.4.1.13.8.

En cas d'utilisation du champ CF, et si le récepteur de la couche AL1M n'invoque pas la procédure de retransmission, il est nécessaire d'appliquer la procédure décrite au 7.4.5.3.1/H.223 au moyen de la couche AL1M et non de la couche AL3.

#### C.4.1.13 Procédures de retransmission (ARQI, ARQII)

Le présent sous-paragraphe décrit les deux procédures de retransmission ARQI et ARQII. Les procédures propres à l'émetteur définies dans le présent sous-paragraphe doivent être employées en présence d'un champ de commande. Les procédures propres au récepteur définies dans le présent sous-paragraphe doivent être employées en cas de retransmission.

##### C.4.1.13.1 Définitions

a) *modulo*

Chaque capacité utile AL-PDU est numérotée séquentiellement modulo  $2^5$  ou  $2^{10}$  et peut prendre une valeur allant de 0 à  $2^5$  ou  $2^{10}$ . La longueur du champ de numéro de séquence (SN) est définie dans le message OpenLogicalChannel selon la Recommandation H.245;

NOTE – Toutes les opérations arithmétiques effectuées sur des variables d'état et des numéros séquentiels figurant dans le présent sous-paragraphe sont définies modulo  $2^5$  ou  $2^{10}$ ;

b) *variable de séquence à l'émission V(S)*

V(S) est une variable interne propre à l'entité émettrice de la couche AL1M. Elle désigne le numéro de séquence de la prochaine capacité utile AL-PDU à transmettre au terminal éloigné. V(S) peut prendre les valeurs 0 à  $2^5$  ou  $2^{10}$ . La valeur de V(S) est incrémentée de 1 suite à la transmission dans l'ordre séquentiel d'une unité AL-PDU à la couche MUX à l'intérieur d'une unité de données de service MUX-SDU;

c) *variable de retransmission à l'émission  $V^j(S)$*

Les variables  $V^j(S)$  sont des variables internes propres à l'entité émettrice de la couche AL1M. Un compteur séparé  $V^j(S)$  existe pour chaque valeur j possible de V(S). Les variables  $V^j(S)$  peuvent prendre les valeurs 0 à  $R_{\max}$ . La valeur de  $V^j(S)$  est incrémentée de 1 suite à chaque transmission ou retransmission d'une unité AL-PDU pour une unité AL-SDU ayant le numéro de séquence j. La valeur de  $V^j(S)$  doit être mise à 0 dans les cas suivants:

- lors de l'initialisation;
- lorsque la mémoire tampon d'émission  $B_S$  ne contient plus d'informations concernant la capacité utile AL-PDU correspondante;

d) *numéro de séquence à l'émission N(S)*

Les unités AL-PDU contiennent N(S), le numéro de séquence à l'émission des capacités utiles AL-PDU correspondantes. A l'instant où une unité AL-PDU dans l'ordre séquentiel est désignée en vue de son émission, la valeur de N(S) est mise à V(S);



- e) *nombre maximal de retransmissions  $R_{max}$*   
 $R_{max}$  est un paramètre qui indique le nombre maximal de retransmissions autorisé. Sa valeur doit être indiquée par l'entité émettrice de la couche AL1M dans le message OpenLogicalChannel définie dans la Recommandation H.245;
- f) *mémoire tampon d'émission  $B_S$*   
Chaque entité de la couche AL1M doit tenir à jour une mémoire tampon d'émission  $B_S$ , servant à mémoriser les dernières informations de capacité utile AL-PDU transmises. La taille minimale de  $B_S$  qui doit être supportée par tous les émetteurs de la couche AL1M est spécifiée dans la Recommandation système (par exemple H.324) qui utilise la présente annexe. La taille effective de la mémoire  $B_S$  est indiquée au terminal distant dans le message OpenLogicalChannel selon la Recommandation H.245;
- g) *variable de séquence à la réception  $V(R)$*   
 $V(R)$  est une variable interne propre à l'entité réceptrice de la couche AL1M. Elle désigne le numéro de séquence de la prochaine unité AL-PDU dans l'ordre séquentiel et dont la réception est prévue.  $V(R)$  peut prendre les valeurs de 0 à  $2^5$  ou  $2^{10}$ . La valeur de  $V(R)$  est incrémentée de 1 à réception d'une unité AL-PDU valable et dans l'ordre séquentiel, dont le nombre  $N(S)$  est égal  $V(R)$ ;
- h) *variables de retransmission à la réception  $V^j(R)$*   
Les variables  $V^j(R)$  sont des variables internes propres à l'entité réceptrice de la couche AL1M. Elles peuvent prendre les valeurs de 0 à  $R_{max}$ . La valeur d'une variable  $V^j(R)$  est utilisée pour surveiller le nombre de retransmissions demandées. Lorsque le système de protection contre les erreurs ARQII est utilisé, la valeur d'une variable  $V^j(R)$  doit également être utilisée pour déterminer le nombre  $i$  de la prochaine capacité utile AL-PDU  $Z_i$  qui doit être reçue de l'entité émettrice de la couche AL1M.  
La valeur d'une variable  $V^j(R)$  est incrémentée de 1 à réception d'une unité AL-PDU contenant une erreur et dont le numéro  $N(S)$  est égal à  $j$ .  
La valeur d'une variable  $V^j(R)$  est mise à 0 lorsque l'unité AL-PDU reçue avec un nombre  $N(S)$  égal à  $j$  donne en résultat un décodage exempt d'erreur de la capacité utile AL-PDU correspondante;
- i) *numéro de retransmission à la réception  $RN$*   
Seul le champ d'en-tête de la voie inverse contient  $RN$ , le numéro de retransmission à la réception. Lors de la demande d'une retransmission, ce nombre de un bit doit être mis à la parité de la variable de retransmission à la réception de la capacité utile AL-PDU demandée;
- j) *numéro de séquence à la réception  $N(R)$*   
Seul le champ d'en-tête de la voie inverse contient  $N(R)$ , le numéro de séquence à la réception d'une unité AL-PDU désignée par le champ d'en-tête de la voie inverse.

#### **C.4.1.13.2 Messages de supervision**

Selon le sens (voie aller ou voie inverse), une unité S-PDU est envoyée avec différents messages:

- une unité S-PDU allant de l'émetteur vers le récepteur (voie aller) notifie un message *DRTX*;
- une unité S-PDU allant du récepteur vers l'émetteur (voie inverse) achemine un message *SREJ*.

### **Message de rejet sélectif (SREJ, *selective reject*)**

Le message SREJ est utilisé par un récepteur de la couche AL1M pour demander une retransmission de l'unique capacité utile AL-PDU numérotée  $N(R)$ . Le nombre de transmissions de ce message ne doit pas être supérieur au nombre maximal de retransmissions  $R_{\max}$  pour la même capacité utile AL-PDU.

### **Message de refus de retransmission (DRTX, *declined retransmission*)**

Puisque les procédures de reprise sur erreur définies dans le présent paragraphe comportent simplement un accusé de réception négatif, il se peut que, dans certaines conditions, les informations de capacité utile AL-PDU transmises antérieurement aient été détruites avant réception de la demande de retransmission. Le message DRTX permet à un émetteur de la couche AL1M de décliner la demande de retransmission d'une unité AL-PDU, lorsque les informations concernant cette capacité utile AL-PDU n'est pas disponible dans la mémoire tampon d'émission au moment de la réception du message SREJ.

#### **C.4.1.13.3 Procédures d'initialisation**

Les procédures de retransmission exigent l'existence d'un canal logique en sens inverse pour l'émission de messages de supervision.

Lorsque le canal logique inverse a été établi selon la procédure définie dans la Recommandation H.245, l'entité de la couche AL1M:

- met à la valeur 0 les variables  $V(S)$ ,  $V(R)$ ,  $V^j(S)$ ,  $V^j(R)$ ;
- remédie aux conditions d'exception éventuellement présentes.

#### **C.4.1.13.4 Emission d'unités I-PDU dans l'ordre séquentiel**

L'information reçue en provenance de l'utilisateur de la couche AL1 dans une unité de données de protocole AL-SDU au moyen d'une primitive de demande AL-DATA est transmise à la couche MUX à l'intérieur d'une unité I-PDU au moyen de la structure de trame définie au C.4.1.4. Le champ SN de l'unité I-PDU est mis à la valeur  $V(S)$ .  $V(S)$  est incrémentée de 1 après transmission de l'unité I-PDU à la couche MUX.

#### **C.4.1.13.5 Réception d'unités I-PDU dans l'ordre séquentiel**

Lorsqu'une entité de la couche AL1M reçoit une unité I-PDU valide, dont  $N(S)$  est égale à la valeur courante  $V(R)$ , l'entité de la couche AL1M incrémente sa variable  $V(R)$  de 1.

#### **C.4.1.13.6 Réception d'unités SREJ-PDU**

A réception d'une unité SREJ-PDU valable, l'entité de la couche AL1M effectue les opérations suivantes:

- a) si l'unité de données de protocole I-PDU dont la variable  $N(S)$  est égale à la variable  $N(R)$  du message SREJ se trouve encore dans la mémoire tampon d'émission, l'entité de la couche AL1M transmet dès que possible l'unité AL-PDU correspondante à la couche MUX.

En cas d'utilisation du mode de protection contre les erreurs ARQI, la même capacité utile AL-PDU doit être utilisée pour la retransmission.

En cas d'utilisation du mode ARQII, la parité de la variable de retransmission à l'émission  $V^j(S)$  est vérifiée par rapport au numéro de retransmission à la réception  $N(R)$  qui contient un bit. Si la parité est différente,  $V^j(S)$  est décrémentée de 1. La capacité utile I-PDU suivante est retransmise au récepteur, selon la procédure décrite au C.4.1.9.

Aucune autre unité I-PDU précédemment transmise n'est retransmise suite à la réception de l'unité SREJ-PDU;

- b) si l'unité de données de protocole AL-PDU dont la variable  $N(S)$  est égale à la variable  $N(R)$  du message SREJ a été ignorée, l'entité de la couche AL1M doit afficher une condition d'exception de refus de retransmission. Les procédures applicables à cette condition d'exception sont définies au C.4.1.13.8 e).

#### C.4.1.13.7 Emission de messages SREJ

En cas de réception d'une unité I-PDU valable mais contenant une erreur et avec  $V^j(R) < R_{\max}$ , un message SREJ est produit avec le numéro de séquence à la réception  $N(R)$  mis à la valeur du numéro  $N(S)$  provenant de l'unité I-PDU qui contient une erreur et avec le modulo 2 de la variable  $V^j(R)$  mis à la valeur du champ RN. La variable de retransmission à la réception  $V^j(R)$  est incrémentée.

#### C.4.1.13.8 Signalisation des conditions d'exception et reprise

Des conditions d'exception peuvent apparaître à la suite d'erreurs affectant la liaison physique ou d'erreurs de procédure commises par une entité de la couche AL1M.

Les procédures de reprise sur erreur disponibles lorsqu'une condition d'exception a été détectée par une entité de la couche AL1M sont définies dans le présent sous-paragraphe.

- a) *réception d'unités AL-PDU non valables*

En cas de réception d'une unité AL-PDU non valable, celle-ci est soit ignorée soit sauvegardée en vue d'une transmission ultérieure éventuelle à l'utilisateur de la couche AL1;

- b) *erreur de numéro de séquence  $N(S)$*

En l'absence de toute autre condition d'exception non réglée, une condition d'exception d'erreur de numéro de séquence  $N(S)$  se produit au sein de l'entité réceptrice de la couche AL1M lors de la réception d'une unité valable I-PDU contenant une valeur  $N(S)$  différente de la valeur  $V(R)$  au niveau du récepteur. Dans ce cas,  $V(R)$  ne doit pas être incrémentée et une ou plusieurs unités SREJ-PDU, contenant chacune une valeur  $N(R)$  différente, peuvent être transmises par l'entité réceptrice afin de déclencher une reprise de condition d'exception correspondante à chaque unité SREJ-PDU. Après transmission de chaque unité SREJ-PDU à la couche MUX, l'entité de la couche AL1M déclenche un temporisateur local. Plusieurs facteurs dont dépend la longueur du délai de temporisation figurent à l'Appendice IV/V.42. Un temporisateur différent fonctionne pour chaque unité SREJ PDU restante. Les unités SREJ-PDU successives sont transmises dans l'ordre indiqué par la valeur de leur champ  $N(R)$ .

Pour chaque unité SREJ-PDU transmise, le récepteur de la couche AL1M peut acheminer une unité de données de service AL-SDU vide ou une unité AL-SDU non valable déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'un paramètre EI approprié, à destination de l'utilisateur de la couche AL1, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

A réception de l'unité I-PDU retransmise, caractérisée par  $N(S) = V(R)$ , la condition d'exception relative à cette même unité I-PDU doit être corrigée. Le récepteur de la couche AL1M doit transmettre l'unité de données de service AL-SDU associée, accompagnée du paramètre EI approprié, à l'utilisateur de la couche AL1, par l'intermédiaire de la primitive d'indication AL-DATA. Lorsque la condition d'exception est réglée, le temporisateur est arrêté et  $V(R)$  est majorée autant de fois que nécessaire pour que  $V(R)$  représente le numéro de séquence d'émission de la prochaine unité I-PDU escomptée dans l'ordre séquentiel.

A réception d'une unité I-PDU retransmise, caractérisée par  $N(S) \neq V(R)$ , le récepteur de la couche AL1M arrête les temporisateurs associés à toutes les conditions d'exception relatives aux unités SREJ-PDU précédemment envoyées ayant fait l'objet de la retransmission. Pour chaque condition d'exception réglée, le récepteur de la couche AL1M incrémente  $V(R)$  de 1

et peut envoyer à l'utilisateur de la couche AL1 une unité de données de service AL-SDU vide, accompagnée d'un paramètre EI approprié, par l'intermédiaire de la primitive d'indication AL-DATA, avant de transmettre l'unité AL-SDU associée à l'unité I-PDU reçue. L'information contenue dans toutes les autres unités valables I-PDU reçues doit être transmise à l'utilisateur de la couche AL1 dans des unités de données de service AL-SDU, accompagnée d'un paramètre EI approprié;

c) *erreur de numéro de séquence N(R)*

Une condition d'exception d'erreur de numéro de séquence N(R) se produit en cas de réception d'une unité de données de service S-PDU valable contenant une valeur N(R) non valable. Une valeur N(R) non valable est créée s'il y a réception d'une première unité SREJ-PDU dotée d'un numéro de séquence N(R) = N1, puis d'une autre unité SREJ-PDU dotée d'un numéro N(R) = N2, avec  $[V(S) - N2]$  supérieur ou égal à  $[V(S) - N1]$ .

Un numéro N(R) est également réputé non valable, lorsque la valeur N(R) contenue dans une unité DRTX-PDU diffère de la valeur N(R) dans une unité SREJ-PDU restante.

L'entité de la couche AL1M doit ignorer le message contenu dans des unités S-PDU de ce type;

d) *procédure à suivre à l'expiration du temporisateur*

A l'expiration du délai du temporisateur, la condition d'exception est réglée en arrêtant le temporisateur et en incrémentant V(R). Le récepteur de la couche AL1M peut alors transmettre une unité AL-SDU vide ou une unité AL-SDU non valable déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'une indication d'erreur appropriée, à destination de l'utilisateur de la couche AL1, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA;

e) *refus de retransmission*

*Procédures de reprise sur erreur au niveau de l'émetteur de la couche AL1M*

S'il n'a pas conservé dans la mémoire tampon d'émission les informations concernant la capacité utile AL-PDU demandée, à réception d'une demande de retransmission SREJ, l'émetteur de la couche AL1M effectue les opérations suivantes:

- il envoie dès que possible un message (DRTX) de refus de retransmission, dont la valeur N(R) est égale à la valeur N(R) du message SREJ reçu;
- il envoie une primitive d'indication AL-DRTX à l'utilisateur AL1;
- il reprend la transmission des unités de données de protocole AL-PDU qui restent à transmettre.

*Procédures de reprise sur erreur au niveau du récepteur de la couche AL1M*

A réception d'un message DRTX, une condition d'exception est réglée en arrêtant le temporisateur et en incrémentant V(R). Le récepteur de la couche AL1M peut alors transmettre une unité AL-SDU vide ou une unité AL-SDU non valable déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'une indication d'erreur appropriée, à destination de l'utilisateur de la couche AL1, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

#### **C.4.1.13.9 Unités PDU de supervision non sollicitées**

Une unité DRTX-PDU non sollicitée reçue par l'entité réceptrice de la couche AL1M ne doit pas être prise en compte.

## C.4.2 AL2M

### C.4.2.1 Structure de la couche AL2M

AL2M sert essentiellement à transférer des données audionumériques dans des canaux fortement exposés aux erreurs.

AL2M n'offre qu'un numérotage facultatif des séquences et un entrelacement facultatif des unités AL-PDU. Par conséquent, le protocole de la couche supérieure peut assurer toute protection supplémentaire contre les erreurs. L'Annexe C/G.723.1, par exemple, définit une telle procédure de protection.

Les unités AL-SDU et AL-PDU doivent avoir les octets alignés.

Les trames audio sont d'abord mappées avec les unités AL-SDU, puis celles-ci sont transmises par la couche AL2M à la couche MUX, dans des unités de données de service de multiplexage MUX-SDU, avec, à titre facultatif, un en-tête AL2M et un entrelacement.

### C.4.2.2 Primitives échangées entre la couche AL2M et l'utilisateur de la couche AL2

L'information échangée entre la couche AL2M et un utilisateur de la couche AL2 comprend les primitives suivantes:

- demande AL-DATA (AL-SDU);
- indication AL-DATA (AL-SDU, EI);
- demande AL-Abort.

#### C.4.2.2.1 Description des primitives

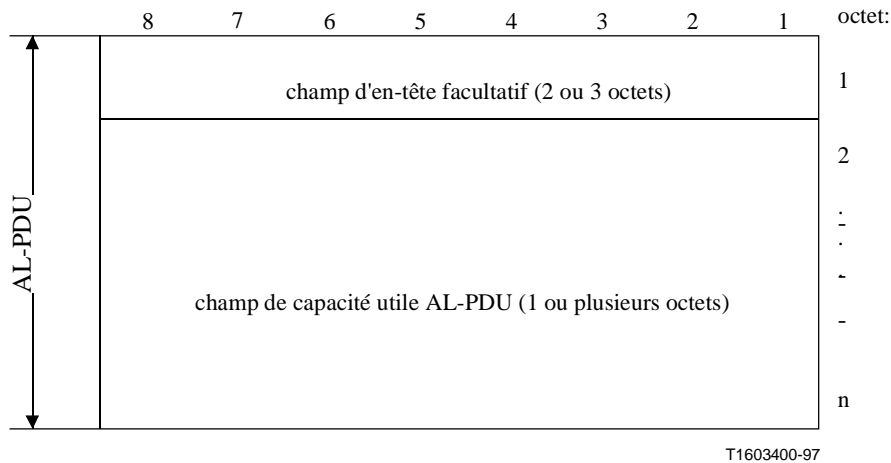
- demande AL-DATA: cette primitive est envoyée à la couche AL2 par un utilisateur de la couche AL2M pour demander la transmission d'une unité AL-SDU vers l'utilisateur AL2 correspondant;
- indication AL-DATA: cette primitive est envoyée par la couche AL2M à un utilisateur de la couche AL2 pour signaler l'arrivée d'une unité AL-SDU;
- demande AL-Abort: cette primitive est envoyée à la couche AL2M par un utilisateur de la couche AL2 pour signaler qu'une unité AL-SDU partiellement transmise doit être interrompue.

#### C.4.2.2.2 Description des paramètres

- AL-SDU: ce paramètre spécifie l'unité d'information échangée entre la couche AL2M et l'utilisateur de la couche AL2. Chaque unité de données de service AL-SDU doit contenir un nombre entier d'octets. La longueur des unités AL-SDU peut être variable. La longueur maximale d'une unité AL-SDU qui peut être acceptée par un récepteur de la couche AL2M doit être notifiée au moyen du canal de commande H.245. Les octets d'une unité AL-SDU sont numérotés de 1 à n et, dans chaque octet, les bits sont numérotés de 1 à 8. Le bit 1 de l'octet 1 est transmis en premier. Une entité réceptrice de la couche AL2M peut transmettre une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL2 pour indiquer l'absence d'une unité AL-SDU.
- Indication d'erreur (EI): ce paramètre doit être utilisé en réception dans la couche AL2M pour communiquer des indications d'erreur à l'utilisateur de la couche AL2. Cette procédure peut également être utilisée si le récepteur de la couche AL2M transmet une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL2. Les procédures détaillées d'utilisation et de codage numérique sortent du cadre de la Recommandation H.223.

### C.4.2.3 Format et codage de la couche AL2M

Le format de l'unité AL-PDU est représenté à la Figure C.8. L'entrelacement de la totalité de l'unité AL-PDU décrit au C.4.2.3.2 doit être utilisé, si cela a été imposé par le message OpenLogicalChannel de la Recommandation H.245.



**Figure C.8/H.223 – Format de l'unité AL-PDU pour la couche AL2M**

#### C.4.2.3.1 Champ d'en-tête

Ce champ d'en-tête facultatif comprend un numéro de séquence (SN) de 5 ou de 12 bits, et un champ de correction d'erreur d'en-tête (HEC, *header error correction*), qui utilise un code SEBCH (16,5) ou un code EGolay (24,12) (voir les Figures C.9 et C.10).

	8	7	6	5	4	3	2	1	
	P3	P2	P1	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	octet
	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	1
									2

**Figure C.9/H.223 – Format du champ de commande des unités AL-PDU pour la couche AL2M avec SN = 5 et code SEBCH**

	8	7	6	5	4	3	2	1	
	SN8	SN7	SN6	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	octet
	P4	P3	P2	P1	SN12	SN11	SN10	SN9	1
	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	2
									3

**Figure C.10/H.223 – Format du champ de commande des unités AL-PDU pour la couche AL2M avec SN = 12 et code EGolay**

##### C.4.2.3.1.1 Champ de numéro de séquence (SN)

Le champ facultatif SN codé sur 5/12 positions binaires offre la possibilité de concaténer des unités de données de protocole AL-PDU. Le numéro de séquence peut permettre à l'entité réceptrice de la couche AL2M de détecter des unités AL-PDU manquantes ou mal transmises.

Tous les récepteurs de la couche AL2M conformes à la Recommandation H.223 doivent être en mesure de recevoir et d'interpréter les unités de données de protocole AL-PDU qui comportent le

champ SN. L'emploi du champ SN doit être déterminé par l'émetteur et doit être notifié au terminal éloigné dans le message OpenLogicalChannel selon la Recommandation H.245.

En cas d'utilisation du champ SN, le récepteur de la couche AL2M peut détecter qu'une unité AL-PDU est absente ou a été incorrectement transmise par la couche MUX. Il doit détruire toute unité AL-PDU incorrectement transmise détectée.

#### C.4.2.3.1.2 Champ de correction d'erreur d'en-tête (HEC) de l'en-tête de la couche AL2M

Le champ d'en-tête facultatif de la couche AL2M utilise un code SEBCH (16,5) ou un code EGolay (24,12). La définition du code EGolay doit être telle que décrite au C.4.1.5.4, où le champ RN est remplacé par SN11 et X par SN12. Le code SEBCH doit être utilisé selon la définition indiquée dans le Tableau I.1. Les bits CEC du code SEBCH doivent être calculés par l'équation suivante:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11101100101 \\ 01110110011 \\ 11010111100 \\ 01101011110 \\ 11011001011 \end{bmatrix} T \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \end{bmatrix} \bullet$$

#### C.4.2.3.1.3 Champ de capacité utile AL-PDU

Le champ AL-PDU contient une unité AL-SDU complète, le premier octet correspondant au premier octet de l'unité AL-SDU. Les unités AL-SDU et AL-PDU ont les octets alignés.

#### C.4.2.3.2 Entrelacement

Si un entrelacement est imposé par le message OpenLogicalChannel selon la Recommandation H.245, il doit être appliqué à la totalité de l'unité AL-PDU, y compris le champ d'en-tête. Le même entrelaceur que celui qui est décrit au C.4.1.8 doit être utilisé pour la couche AL2M.

Dans ce cas, un désentrelacement doit également être appliqué du côté du récepteur.

#### C.4.2.4 Procédures d'interruption

Cette primitive est ignorée et aucune opération n'est effectuée.

#### C.4.2.5 Procédure de numérotage des séquences

En cas d'utilisation du champ SN, les procédures ci-après sont applicables.

Dès qu'un canal logique utilisant la couche AL2M est ouvert conformément à la procédure définie dans la Recommandation H.245, la première unité AL-PDU acheminée par l'entité émettrice de la couche AL2M doit comporter un champ SN mis à la valeur 0. Chaque émission ultérieure d'unité AL-PDU faisant partie de ce canal logique donne lieu à un accroissement de 1 modulo 32 pour un champ SN de 5 bits (ou modulo 4096 pour un champ SN de 12 bits).

### C.4.2.6 Procédures de protection contre les erreurs

En cas d'échec du décodage SEBCH/EGolay au niveau du récepteur de la couche AL2M, l'unité AL-SDU associée peut être transmise à l'utilisateur de la couche AL2, assortie d'une indication d'erreur appropriée, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

En cas d'utilisation du champ SN, le récepteur de la couche AL2M peut détecter l'absence ou la transmission incorrecte d'une unité AL-PDU par la couche MUX. Le récepteur de la couche AL2M doit détruire toute unité AL-PDU incorrectement transmise qu'il a détectée. Pour chaque unité AL-PDU manquante détectée, le récepteur de la couche AL2M peut envoyer à l'utilisateur de la couche AL2 une unité AL-SDU vide, accompagnée d'une indication d'erreur appropriée, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

### C.4.3 Couche AL3M

La couche AL3M est conçue essentiellement pour transférer des données vidéo. Le format, la structure, les définitions et les procédures sont les mêmes que pour la couche d'adaptation AL1M (voir C.4.1), à l'exception du fait que la couche AL3M:

- n'assure qu'un transfert en mode trame;
- doit toujours fonctionner en mode de fractionnement lorsqu'elle fonctionne en mode FEC\_ONLY.

Au niveau de la couche AL3M, il est possible qu'une protection supplémentaire contre les erreurs soit assurée par le protocole de la couche supérieure, par exemple au moyen des procédures décrites à l'Annexe N/H.263.

## APPENDICE I

### Matrices génératrices du code BCH étendu systématique

Le présent appendice décrit les codes de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem étendus systématiques (SEBCH) ainsi que les matrices génératrices utilisées par la présente annexe.

#### I.1 Codes BCH

Les codes BCH sont des codes de blocs cycliques linéaires et peuvent donc être décrits au moyen d'un polynôme générateur. Toutefois, le moyen le plus facile de décrire des codes de blocs courts est d'utiliser une matrice génératrice qui indique toutes les caractéristiques du code. Avec une matrice génératrice  $\underline{G}$  et une séquence d'information  $\underline{i}$  de longueur  $k$ , il est possible d'obtenir le vecteur de code  $\underline{c}$  de longueur  $n$  au moyen de:

$$\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G} = [ \underline{i}^T \mid \underline{c}_0^T ]^T$$

avec  $\underline{G} = [ \underline{I} \mid \underline{A} ]$ , une matrice  $(k \times n)$  contenant une matrice d'identification  $(k \times k)$  dans les premières colonnes/lignes  $k$  en vue d'obtenir un code systématique. Pour un code BCH primitif, la longueur du code  $n$  est toujours  $n = 2^h - 1$ . Il existe plusieurs contraintes pour  $k$ , toutes les valeurs ne pouvant pas être utilisées.

Le troisième paramètre décrivant un code de bloc, outre la longueur de code  $n$  et la longueur d'information  $k$ , représente la distance minimale entre deux mots de code  $d$ . Si un code est doté d'une distance minimale  $d$ , il peut au maximum corriger des erreurs  $\lfloor (d-1)/2 \rfloor$  ou détecter des erreurs  $(d-1)$ .



## I.2 Codes BCH étendus systématiques

Tous les codes de blocs cycliques linéaires peuvent être rendus systématiques, il existe toujours un code BCH systématique.

Selon l'analyse précédente, les codes BCH primitifs doivent toujours être de longueur  $n = 2^h - 1$ . Pour que ces codes aient les octets alignés, il est nécessaire d'appliquer une extension. L'extension d'un code BCH  $(n, k, d)$  est de longueur  $n + 1$ . Un chiffre est ajouté pour que chaque mot de code soit de poids pair. Le code BCH étendu a donc toujours une distance minimale  $d + 1$ . Un code EXBCH  $(n + 1, k, d + 1)$  a été déterminé à partir de BCH  $(n, k, d)$ . Les codes étendus sont toujours linéaires, mais ne sont plus cycliques. La description au moyen de polynômes générateurs est par conséquent impossible.

La matrice génératrice du code étendu provenant de la matrice  $\underline{G}$  du code générateur peut être déterminée en ajoutant une colonne qui contient le bit de contrôle de parité de chaque ligne. Les matrices génératrices des codes utilisés dans cette proposition sont indiquées dans les Tableaux I.1 et I.2.

## I.3 Aperçu général du décodeur

Pour le décodage des codes BCH, on utilise généralement l'algorithme Berlekamp-Massey. Il s'agit là d'une méthode efficace qui permet de localiser les erreurs dans le vecteur reçu. Il existe également certaines méthodes recourant à l'utilisation des informations de fiabilité pour décoder les codes de blocs. Toutefois, ces algorithmes donnent lieu à des procédures extrêmement complexes.

L'une des principales caractéristiques des codes BCH est qu'il est possible de les utiliser à la fois pour la correction et la détection des erreurs. Par exemple, un code avec  $d = 5$  peut simultanément corriger jusqu'à une erreur et détecter jusqu'à trois erreurs. Si les codes BCH sont utilisés seuls, le décodeur peut décider du nombre d'erreurs à corriger et utiliser le reste de la redondance pour la détection des erreurs. L'algorithme Berlekamp-Massey peut également être utilisé à cette fin.

Exemple:

Nous utilisons, dans cet exemple, le code SEBCH (16,5,8). Le vecteur d'information  $\underline{c}$  est le suivant:

$$\underline{c} = [1\ 0\ 0\ 1\ 1]$$

Au moyen de la matrice génératrice  $\underline{G}$ , le mot de code  $\underline{c}$  peut être évalué comme suit:

$$\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G} = [1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0]$$

Aux fins de la transmission, ces bits sont insérés dans des champs dont les octets sont alignés. Le bit de plus faible poids du vecteur  $\underline{c}$  se trouve à gauche et le bit de plus fort poids à droite. Le bit de plus faible poids de  $\underline{c}$  est inséré sur le bit au numéro le plus faible du dernier octet (octet 2) et le bit de plus fort poids de  $\underline{c}$  sur le bit au numéro le plus élevé du premier octet (octet 1) (voir la Figure I.1).

8	7	6	5	4	3	2	1	octet
0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	1	2

Figure I.1/H.223 – Convention de mappage des champs des codes SEBCH

#### I.4 Matrices génératrices des codes BCH étendus systématiques

Dans le présent sous-paragraphe figurent des tableaux qui permettent de calculer une séquence de code  $\underline{c}$  de longueur  $n$  à partir d'une séquence d'entrée  $\underline{i}$  donnée de longueur  $k$  au moyen de la matrice génératrice  $\underline{G}$  avec l'équation:  $\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G}$ . SEBCH (16,5,8) est déterminé à partir de BCH (15,5,7) avec le polynôme générateur  $g(x) = x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$  et SEBCH (16,7,6) est déterminé à partir de BCH (15,7,5) avec le polynôme générateur  $g(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + 1$ .

**Tableau I.1/H.223 – Matrice génératrice du code BCH (16,5,8) étendu systématique**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
4	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1

**Tableau I.2/H.223 – Matrice génératrice du code BCH (16,7,6) étendu systématique**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1

## **SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T**

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
<b>Série H</b>	<b>Systèmes audiovisuels et multimédias</b>
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux 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 Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages de programmation