



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**H.223**

(07/2001)

SÉRIE H: SYSTÈMES AUDIOVISUELS ET  
MULTIMÉDIAS

Infrastructure des services audiovisuels – Multiplexage et  
synchronisation en transmission

---

**Protocole de multiplexage pour  
communications multimédias à faible débit**

Recommandation UIT-T H.223

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

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

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 MULTIMÉDIA	H.450–H.499

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

### **Protocole de multiplexage pour communications multimédias à faible débit**

#### **Résumé**

La présente Recommandation spécifie un protocole de multiplexage en mode paquet pour communications multimédias à faible débit binaire. Il est possible d'utiliser ce protocole entre deux terminaux multimédias à faible débit binaire ou bien entre un terminal multimédia à faible débit binaire et une unité de conférence multipoint ou un adaptateur en état d'interfonctionnement. Le protocole en question permet de transférer sur une liaison de communication unique toute combinaison de signaux vocaux/audio numérisés, d'images/de signaux vidéo numérisés et d'informations. L'utilisation de la sous-couche de segmentation et réassemblage et la combinaison dans un seul paquet des données provenant de canaux logiques différents assurent la limitation du délai et du surdébit. L'UIT-T H.245 spécifie les procédures de commande nécessaires à l'implémentation de ce protocole de multiplexage. Les Annexes A, B et C sont des extensions du protocole de multiplexage pour les canaux à taux d'erreur faible, modéré ou fort, respectivement. L'Annexe D propose une correction optionnelle des erreurs au moyen du codage de Reed-Solomon, qui peut remplacer le codage RCPC de l'Annexe C.

#### **Source**

La Recommandation H.223 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 16 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 29 juillet 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

## 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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

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 2002

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
1	Généralités .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Définitions et conventions de format .....	1
3.1	Définition des termes .....	1
3.2	Conventions de format .....	3
3.2.1	Convention de numérotage .....	3
3.2.2	Ordre de transmission des bits .....	3
3.2.3	Convention de mappage .....	3
4	Abréviations .....	3
5	Aperçu général .....	4
5.1	Aperçu général de la couche multiplex (MUX) .....	5
5.2	Aperçu général de la couche d'adaptation .....	6
6	Spécification de la couche multiplex (MUX) .....	7
6.1	Structure de la couche MUX .....	7
6.2	Primitives échangées entre la couche MUX et la couche AL .....	7
6.2.1	Description des primitives .....	7
6.2.2	Description des paramètres .....	7
6.3	Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU .....	7
6.3.1	Fanion .....	7
6.4	Format et codage des unités de données protocolaires MUX-PDU .....	8
6.4.1	En-tête .....	8
6.4.2	Champ d'information .....	10
6.4.3	Interruption .....	11
6.5	Marquage des frontières des unités de données de service MUX-SDU .....	11
6.6	Exemples .....	12
7	Spécification de la couche d'adaptation (AL) .....	14
7.1	Introduction .....	14
7.2	Spécification de la couche d'adaptation de type 1 (AL1, <i>adaptation layer type 1</i> ) ....	15
7.2.1	Aperçu général de la couche AL1 .....	15
7.2.2	Primitives échangées entre la couche AL1 et l'utilisateur de la couche AL1 .....	15
7.2.3	Procédures d'interruption .....	16
7.3	Spécification de la couche d'adaptation de type 2 (AL2, <i>adaptation layer type 2</i> ) ....	16
7.3.1	Aperçu général de la couche d'adaptation AL2 .....	16

7.3.2	Primitives échangées entre la couche AL2 et l'utilisateur de la couche AL2 .....	16
7.3.3	Fonctions, format et codage de la couche AL2 .....	17
7.3.4	Procédures d'interruption.....	18
7.3.5	Procédures de numérotage des séquences .....	18
7.3.6	Procédures de protection contre les erreurs.....	18
7.4	Spécification de la couche d'adaptation de type 3 (AL3, <i>adaptation layer type 3</i> ) ....	19
7.4.1	Aperçu général de la couche AL3 .....	19
7.4.2	Primitives échangées entre la couche AL3 et l'utilisateur de la couche AL3 .....	19
7.4.3	Fonctions, format et codage de la couche d'adaptation AL3.....	20
7.4.4	Procédures d'interruption.....	22
7.4.5	Procédures de protection contre les erreurs.....	22
7.4.6	Procédure de retransmission.....	23
	Annexe A – Protocole de multiplexage pour communications multimédias mobiles à faible débit sur des canaux à taux d'erreurs faible .....	27
A.1	Généralités .....	27
A.2	Spécification de la couche multiplex (MUX).....	27
A.2.1	Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU .....	27
	Annexe B – Protocole de multiplexage pour communications multimédias mobiles à faible débit sur des canaux à taux d'erreurs modéré .....	28
B.1	Généralités .....	28
B.2	Abréviations.....	28
B.3	Spécification de la couche multiplex (MUX).....	28
B.3.1	Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU .....	29
B.3.2	Format et codage/décodage des unités de données protocolaires MUX-PDU .....	29
B.3.3	Marquage des frontières des unités de données de service MUX-SDU.....	32
	Annexe C – Protocole de multiplexage pour communications mobiles multimédias à faible débit sur des canaux à fort taux d'erreurs.....	32
C.1	Généralités .....	32
C.2	Acronymes .....	32
C.3	Spécification de la couche multiplex (MUX).....	33
C.3.1	Mode de bourrage.....	33
C.4	Couche d'adaptation.....	33
C.4.1	Couche AL1M .....	33
C.4.2	AL2M .....	54
C.4.3	Couche AL3M .....	57

Annexe D – Protocole optionnel de multiplexage pour communications multimédias mobiles à faible débit sur des voies à fort taux d'erreurs .....	57
D.1 Généralités .....	57
D.2 Acronymes .....	57
D.3 Spécification de couche multiplex (MUX).....	57
D.4 Couche d'adaptation .....	58
D.4.1 Couche AL1M .....	58
D.4.2 AL2M .....	64
D.4.3 AL3M .....	64
Appendice I – Matrices génératrices du code BCH étendu systématique .....	64
I.1 Codes BCH .....	64
I.2 Codes BCH étendus systématiques.....	64
I.3 Aperçu général du décodeur .....	65
I.4 Matrices génératrices des codes BCH étendus systématiques.....	65
Appendice II – Représentation binaire de $\alpha^i$ .....	66



## Recommandation UIT-T H.223

### Protocole de multiplexage pour communications multimédias à faible débit

#### 1 Généralités

La présente Recommandation spécifie la structure de trame, le format des champs et les procédures du protocole de multiplexage en mode paquet pour communications multimédias à faible débit binaire. Ce protocole est utilisable entre deux terminaux multimédias à faible débit binaire ou encore entre un terminal multimédia à faible débit binaire et une unité de commande multipoint (MCU, *multipoint control unit*) ou un adaptateur en état d'interfonctionnement (IWA, *interworking adapter*). Les procédures de commande nécessaires à l'implémentation de ce protocole de multiplexage sont spécifiées dans l'UIT-T H.245.

La modélisation selon la présente Recommandation définit la communication entre les différentes couches de protocole comme un ensemble de primitives abstraites qui représente un échange logique d'informations. La décomposition des fonctionnalités en (sous-)couches, ainsi que la description des primitives, n'implique pas le choix de telle ou telle méthode d'implémentation. En particulier, les couches peuvent échanger le contenu d'une unité logique (SDU) en mode continu, suivant lequel l'échange d'informations peut commencer avant que la couche de transfert ait acquis la totalité de l'unité de données.

#### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] UIT-T H.245 (2000), *Protocole de commande pour communications multimédias*.
- [2] UIT-T V.42 (1996), *Procédures de correction d'erreur pour les équipements de terminaison de circuits de données utilisant la conversion asynchrone/synchrone*.
- [3] UIT-T H.324 (1998), *Terminal pour communications multimédias à faible débit*.
- [4] UIT-T Q.922 (1992), *Spécification de la couche liaison de données RNIS pour les services supports en mode trame*.

#### 3 Définitions et conventions de format

##### 3.1 Définition des termes

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.1.1 couche d'adaptation (AL, *adaptation layer*):** couche supérieure des deux couches du multiplexeur selon la présente Recommandation.

**3.1.2 AL-PDU:** unité d'information échangée entre deux entités équivalentes de la couche d'adaptation. Une unité AL-PDU est acheminée sous la forme d'une unité de données de service de multiplexage (MUX-SDU).

- 3.1.3 AL-SDU:** unité d'information logique dont l'intégrité est préservée dans le transfert entre un utilisateur AL et l'utilisateur AL homologue.
- 3.1.4 utilisateur AL:** entité de la couche supérieure qui utilise les services de la couche d'adaptation.
- 3.1.5 canal de commande:** canal logique qui achemine les messages de commande selon l'UIT-T H.245.
- 3.1.6 champ de protection contre les erreurs d'en-tête (HEC, *header error control*):** champ CRC codé sur 3 bits de l'en-tête de l'unité de protocole MUX-PDU servant à détecter les erreurs affectant le champ MC.
- 3.1.7 numéro de canal logique (LCN, *logical channel number*):** nombre entier unique compris entre 0 et 65535 attribué à un canal logique.
- 3.1.8 champ du code de multiplex (MC, *multiplex code*):** champ codé sur 4 bits de l'en-tête de l'unité de données de protocole MUX-PDU qui spécifie, en fonction d'une valeur du tableau de multiplexage, le canal logique auquel appartient chaque octet du champ d'information.
- 3.1.9 couche multiplex (MUX):** couche inférieure des deux couches du multiplexeur selon la présente Recommandation.
- 3.1.10 tableau de multiplexage:** tableau comportant 16 valeurs ou moins indiquant la séquence de multiplexage applicable au champ d'information d'une unité de données de protocole MUX-PDU.
- 3.1.11 MUX-PDU:** unité d'information échangée entre des entités équivalentes de la couche de multiplexage.
- 3.1.12 MUX-SDU:** unité d'information logique dont l'intégrité est préservée dans le transfert entre la couche d'adaptation et la couche d'adaptation équivalente.
- 3.1.13 canal logique non segmentable:** canal logique dont les unités de données de service ne peuvent pas être segmentées. Les unités MUX-SDU d'un canal logique non segmentable sont transmises sous forme d'octets consécutifs d'une seule et même unité de données de protocole MUX-PDU.
- 3.1.14 champ de marqueur de paquet (PM, *packet marker*):** champ codé sur 1 bit servant à marquer la fin d'une unité MUX-SDU provenant d'un canal logique segmentable.
- 3.1.15 unité de données protocolaire (PDU, *protocol data unit*):** unité d'information échangée entre des entités équivalentes de la couche de protocole.
- 3.1.16 qualité de service (QS):** qualité de service obtenue du multiplexeur par des flux d'information individuels, mesurée par des paramètres tels que le débit, la gigue du temps de propagation, l'affaiblissement, etc.
- 3.1.17 canal logique segmentable:** canal logique dont les unités de données de service sont segmentables. La segmentation autorise la suspension temporaire de la transmission d'une unité de données de service MUX-SDU afin de transmettre les octets d'une autre MUX-SDU.
- 3.1.18 unité de données de service (SDU, *service data unit*):** unité logique d'information dont l'intégrité est préservée dans le transfert entre une entité de la couche de protocole et l'entité équivalente de la couche de protocole.
- 3.1.19 créneau:** suite d'octets consécutifs à l'intérieur d'une même unité de données protocolaire de multiplexage (MUX-PDU), définie par une seule structure MultiplexElement selon l'UIT-T H.245 de type logicalChannelNumber. Chaque créneau comprend un nombre entier d'octets d'une même unité MUX-SDU.

## 3.2 Conventions de format

La présente Recommandation utilise des conventions de numérotation, de mappage des champs et de transmission des bits conformes à celles de l'UIT-T V.42.

### 3.2.1 Convention de numérotage

Le schéma de la Figure 1 représente la convention de base de numérotage utilisée dans la présente Recommandation; les bits de chaque unité d'information sont groupés en octets. Les bits d'un même octet sont représentés horizontalement et numérotés de 1 à 8. Les octets multiples sont représentés verticalement et numérotés de 1 à n.

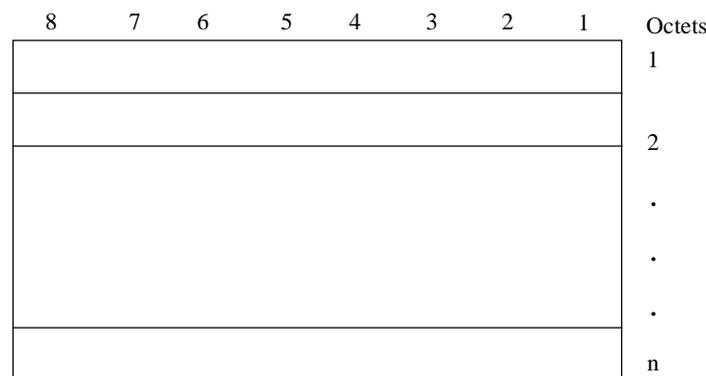
### 3.2.2 Ordre de transmission des bits

La transmission des octets s'effectue dans l'ordre numérique croissant, comme celle des bits à l'intérieur d'un octet.

### 3.2.3 Convention de mappage

Lorsqu'un champ occupe un seul octet, le premier bit du champ représente la valeur de rang la plus faible (ou le bit de plus faible poids).

Lorsqu'un champ occupe plusieurs octets, le dernier bit du premier octet représente la valeur de rang la plus forte, et le premier bit du dernier octet la valeur de rang la plus faible.



T1520080-95

Figure 1/H.223 – Convention de format

Le champ affecté au contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*) constitue une exception à la convention susmentionnée de mise en correspondance des champs. Dans ce cas, le premier bit du premier octet correspond au terme de degré le plus élevé de l'expression polynomiale qui représente le champ CRC; le dernier bit du dernier octet correspond au terme de degré le plus faible de l'expression polynomiale qui représente le champ CRC.

## 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

- AL            couche d'adaptation (*adaptation layer*)
- AL1-AL3    couche d'adaptation 1-3 (*adaptation layer 1-3*)
- CRC        contrôle de redondance cyclique (*cyclic redundancy check*)
- DRTX       refus de retransmission (*declined retransmission*)

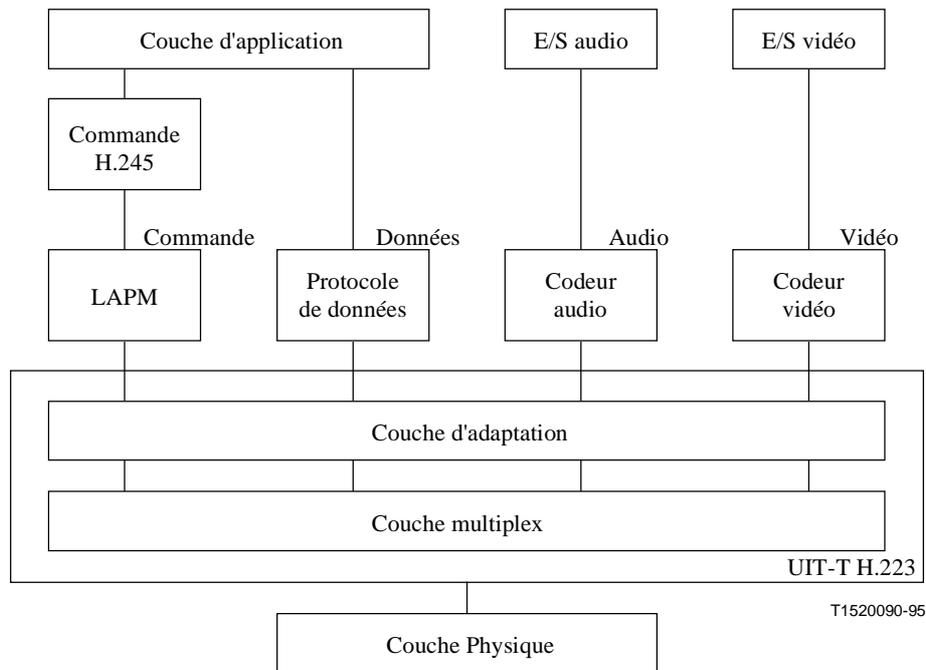
EI	indication d'erreur ( <i>error indication</i> )
HDLC	commande de liaison de données à haut niveau ( <i>high-level data link control</i> )
HEC	contrôle d'erreur dans l'en-tête ( <i>header error control</i> )
IWA	adaptateur d'interfonctionnement ( <i>interworking adapter</i> )
LAPM	procédure d'accès à la liaison pour les modems ( <i>link access procedure for modems</i> )
LCN	numéro de voie logique ( <i>logical channel number</i> )
MC	code de multiplexage ( <i>multiplex code</i> )
MUX	multiplexage
PDU	unité de données protocolaire ( <i>protocol data unit</i> )
PM	marqueur de paquet ( <i>packet marker</i> )
PT	type de charge utile ( <i>payload type</i> )
QS	qualité de service
SDU	unité de données de service ( <i>service data unit</i> )
SN	numéro de séquence ( <i>sequence number</i> )
SREJ	(trame de) rejet sélectif ( <i>selective reject</i> )

## 5 Aperçu général

On trouvera ci-dessous la spécification d'un protocole de multiplexage en mode paquet conçu pour assurer la commutation d'un ou de plusieurs flux d'information entre différentes entités de la couche supérieure, telles que les protocoles de données et de commande et les codecs audio et vidéo.

Selon la présente Recommandation, chaque flux d'information est représenté par un canal logique unidirectionnel identifié par un numéro de voie logique (LCN, *logical channel number*) qui lui est propre, égal à un nombre entier compris entre 0 et 65535. Le numéro LCN0 correspond à une voie logique permanente, affectée à la voie de commande selon l'UIT-T H.245. L'ouverture et la fermeture dynamiques de tous les autres canaux logiques sont assurées par l'émetteur au moyen de messages `OpenLogicalChannel` et `CloseLogicalChannel` selon l'UIT-T H.245. Le message `OpenLogicalChannel` spécifie toutes les caractéristiques requises de la voie logique. Pour les applications qui exigent une voie en sens inverse, l'UIT-T H.245 indique une procédure d'ouverture de voies logiques bidirectionnelles.

Le schéma de la Figure 2 représente la structure générale du multiplexeur. Celui-ci se compose de deux couches distinctes, une couche de multiplexage (MUX) et une couche d'adaptation (AL, *adaptation layer*).



**Figure 2/H.223 – Pile de protocoles pour l'UIT-T H.223**

### 5.1 Aperçu général de la couche multiplex (MUX)

La couche MUX assure le transfert de l'information de la couche d'adaptation jusqu'au terminal éloigné utilisant les services d'une couche Physique sous-jacente. La couche MUX échange des informations avec la couche d'adaptation sous forme d'unités logiques appelées unités de données de service de multiplexage (MUX-SDU). Ces unités contiennent toujours un nombre entier d'octets qui sont acheminés par une seule voie logique. Les unités MUX-SDU correspondent normalement à des blocs d'informations dont le début et la fin marquent l'emplacement des champs que le récepteur doit interpréter.

Les unités de données de service MUX-SDU sont transférées par la couche MUX jusqu'au terminal distant dans un ou plusieurs paquets de longueur variable appelés unités de données protocolaires de multiplexage (MUX-PDU); ces unités de données protocolaires se composent d'un en-tête d'un octet, suivi d'un nombre variable d'octets du champ d'information. Les unités MUX-PDU sont délimitées par des fanions de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC, *high data link command*). La méthode d'insertion du bit zéro du protocole HDLC permet de vérifier que la présence d'un fanion n'est pas simulée à l'intérieur de l'unité de données protocolaire MUX-PDU.

Un champ d'information donné d'une unité MUX-PDU peut contenir des octets provenant de voies logiques multiples. L'octet d'en-tête contient un champ de 4 positions binaires destiné au code de multiplexage (MC, *multiplex code*) qui spécifie, en fonction des indications d'un tableau de multiplexage, la voie logique à laquelle chacun des octets du champ d'information est affecté. L'indication du tableau de multiplexage est affectée en permanence à la voie de commande. Les autres indications du tableau de multiplexage sont définies par l'émetteur et sont transmises au terminal distant par la voie de commande avant d'être utilisées.

Les indications du tableau de multiplexage spécifient un ensemble de créneaux individuellement affectés à une voie logique. Une unité MUX-PDU peut utiliser l'une quelconque des 16 indications du tableau de multiplexage. Grâce à cette disposition, le nombre de bits affectés à chaque voie logique peut être commuté rapidement et moyennant un faible surdébit d'une unité MUX-PDU à la suivante. La définition des indications du tableau de multiplexage et de leurs modalités dans les

unités de données protocolaires MUX-PDU incombe entièrement à l'émetteur, sous réserve de la présence de certaines capacités du récepteur.

Lorsqu'une voie logique est ouverte, elle est censée être segmentable ou non segmentable. Les unités de données de service de multiplexage MUX-SDU provenant de voies logiques segmentables peuvent être scindées en segments, lesquels sont ensuite transférés au terminal distant sous forme d'une (ou de plusieurs unités de données protocolaires de multiplexage (MUX-PDU). La segmentation ainsi réalisée contribue à l'obtention d'une qualité de service accrue, par exemple en autorisant la suspension temporaire de la transmission d'une unité MUX-SDU de longueur importante par une voie logique de données segmentable, de manière à pouvoir transmettre une unité MUX-SDU par une voie logique audio non segmentable.

## 5.2 Aperçu général de la couche d'adaptation

L'unité d'information échangée entre la couche d'adaptation et les utilisateurs de la couche supérieure de la couche d'adaptation est une unité de données de service de la couche d'adaptation AL-SDU. La méthode de mappage des flux d'information entre les couches supérieures et les unités de données de service AL-SDU ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elle est indiquée dans les Recommandations qui y font référence et qui concernent les données système.

Une unité de données de service AL-SDU contient un nombre entier d'octets. La couche d'adaptation adapte les unités AL-SDU à la couche multiplex MUX en ajoutant, s'il y a lieu, des octets supplémentaires à des fins notamment de détection des erreurs, de numérotage des séquences, et de retransmission. L'unité d'information échangée entre des entités identiques de la couche d'adaptation est appelée une unité de données protocolaire de la couche d'adaptation AL-PDU. Une unité AL-PDU est acheminée comme une unité MUX-SDU.

La présente Recommandation décrit trois types distincts de couche d'adaptation, désignés respectivement par les abréviations AL1 à AL3:

- AL1 sert essentiellement à transférer des données ou informations de commande. AL1 n'effectue aucune correction d'erreur; l'utilisateur de la couche AL1 doit assurer toutes les opérations requises de protection contre les erreurs.  
En cas de transfert en mode trame, la couche AL1 reçoit des informations de sa couche supérieure (par exemple, selon un protocole de couche de liaison de données tel que LAPM/V.42 ou LAPF/Q.922, qui assure un contrôle d'erreur) dans des unités de données de service AL-SDU de longueur variable, avant de les transmettre simplement à la couche MUX à l'intérieur d'unités de données de service MUX-SDU, sans aucune modification.  
En cas de transfert en mode sans trame, la couche AL1 sert à transférer une séquence non tramée d'octets à partir d'un utilisateur AL1. Dans ce cas, une unité AL-SDU représente la séquence entière et sa longueur est *a priori* indéfinie.
- AL2 sert essentiellement à transférer des données audionumériques.  
AL2 reçoit des informations de sa couche supérieure (par exemple, un codeur de données audio) sous forme d'unités AL-SDU, éventuellement de longueur variable, et les transmet à la couche MUX sous forme d'unités MUX-SDU, après adjonction d'un octet de correction de redondance cyclique sur 8 bits, et à titre optionnel un octet de numérotage de séquence.
- AL3 sert essentiellement à transférer des données vidéo numériques.  
AL3 reçoit des informations de sa couche supérieure (par exemple, un codeur de données vidéo) sous forme d'unités AL-SDU de longueur variable, et les transmet à la couche MUX sous forme d'unités MUX-SDU, après adjonction de deux octets de contrôle de redondance cyclique sur 16 bits, et à titre optionnel d'un ou deux octets de commande. AL3 comporte un protocole de retransmission conçu pour les données vidéo.

## **6 Spécification de la couche multiplex (MUX)**

### **6.1 Structure de la couche MUX**

La couche MUX est dotée des capacités permettant de transférer les unités MUX-SDU de la couche d'adaptation émettrice à la couche d'adaptation réceptrice en utilisant les services d'une couche Physique sous-jacente. Les unités de données de service de multiplexage MUX-SDU contiennent toujours un nombre entier d'octets. Les unités MUX-SDU qui sont affectées à une voie logique donnée sont nécessairement transférées par la couche MUX suivant l'ordre dans lequel elles sont reçues de la couche d'adaptation ci-dessus.

### **6.2 Primitives échangées entre la couche MUX et la couche AL**

La couche MUX peut offrir une interface avec plusieurs couches AL. L'information échangée entre la couche MUX et chacune des couches AL se compose notamment des primitives suivantes:

- demande MUX-DATA (MUX-SDU);
- indication MUX-DATA (MUX-SDU);
- demande MUX-Abort;
- indication MUX-Abort.

#### **6.2.1 Description des primitives**

- demande MUX-DATA: cette primitive est envoyée à la couche MUX par une entité émettrice de la couche AL afin de demander le transfert d'une unité de données de service MUX-SDU à destination de l'entité réceptrice correspondante.
- indication MUX-DATA: cette primitive est envoyée par la couche MUX à une entité réceptrice de la couche AL pour indiquer l'arrivée d'une unité de données de service MUX-SDU provenant de l'entité émettrice correspondante.
- demande MUX-Abort: cette primitive est envoyée à la couche MUX par une entité émettrice de la couche AL pour signaler qu'il faut détruire une unité MUX-SDU partiellement acheminée. Cette primitive peut être utilisée par tous les types de couche d'adaptation.
- indication MUX-Abort: cette primitive est envoyée par la couche MUX à une entité réceptrice de la couche AL pour signaler qu'il faut détruire une unité MUX-SDU partiellement acheminée.

#### **6.2.2 Description des paramètres**

- MUX-SDU: ce paramètre contient l'information correspondant au nombre entier d'octets reçus d'une couche AL ou envoyés vers une couche AL. Une unité MUX-SDU contient exactement une unité AL-PDU complète.

### **6.3 Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU**

Toutes les unités de données protocolaires MUX-PDU sont délimitées par des fanions HDLC.

#### **6.3.1 Fanion**

Les unités de données protocolaires MUX-PDU sont toujours précédées et suivies du fanion constituant la séquence binaire particulière suivante: "01111110". Le fanion qui précède l'unité MUX-PDU est appelé fanion d'ouverture. Le fanion qui suit l'unité MUX-PDU est appelé fanion de fermeture. Le fanion de fermeture peut également servir de fanion d'ouverture de l'unité MUX-PDU suivante. Toutefois, tous les récepteurs conformes à la présente Recommandation autorisent nécessairement la réception de plusieurs fanions consécutifs, puisque le fanion est susceptible d'être transmis à plusieurs reprises entre les unités de données protocolaires MUX-PDU.

### 6.3.1.1 Transparence

L'émetteur examine le contenu de l'unité de données de protocoles MUX-PDU entre les fanions d'ouverture et de fermeture et introduit un bit "0" après toutes les séquences de cinq bits "1" contigus, afin d'assurer qu'un fanion n'est pas simulé à l'intérieur de l'unité MUX-PDU. Le récepteur examine le train de bits reçu entre les fanions d'ouverture et de fermeture et détruit tout bit "0" qui suit immédiatement cinq bits "1" consécutifs.

## 6.4 Format et codage des unités de données protocolaires MUX-PDU

Toutes les unités MUX-PDU sont conformes au format représenté à la Figure 3.

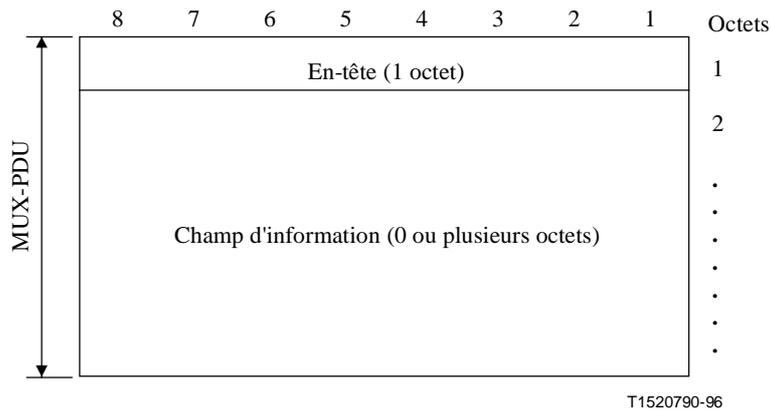
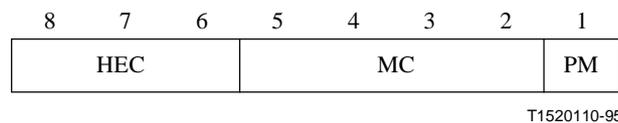


Figure 3/H.223 – Format MUX-PDU

### 6.4.1 En-tête

Le format de l'en-tête est conforme au format représenté à la Figure 4.



HEC contrôle d'erreur dans l'en-tête (*header error control*)  
 MC code de multiplexage (*multiplex code*)  
 PM marqueur de paquet (*packet marker*)

Figure 4/H.223 – Format d'en-tête de l'unité MUX-PDU

#### 6.4.1.1 Champ du code de multiplexage (MC)

Le champ MC occupe 4 positions binaires et spécifie à quelle voie logique appartient chacun des octets du champ d'information de l'unité de données protocolaire MUX-PDU, en se référant à une indication du tableau de multiplexage. La valeur de codage du champ correspond au numéro de l'indication du tableau de multiplexage, ce numéro étant compris entre 0 et 15. La valeur 0 est affectée en permanence à la voie de commande, et représente toujours une séquence d'octets attribués à la voie de commande (LCN0) qui se poursuit jusqu'au fanion de fermeture. Avant d'être utilisées, les indications 1 à 15 de ce tableau sont transmises au terminal éloigné dans des messages MultiplexEntrySend, conformément à la procédure et aux règles syntaxiques définies dans l'UIT-T H.245.

Sauf spécification contraire de la Recommandation système, seule la valeur 0 est disponible au début de la communication et les valeurs 1 à 15 sont désactivées. Les valeurs du tableau de multiplexage utilisées dans chaque sens sont indépendantes et peuvent être différentes.

Les récepteurs détruisent toute unité de données protocolaire MUX-PDU dont le champ MC correspond à une indication désactivée de tableau de multiplexage. Ils détruisent également toute unité MUX-PDU contenant des octets qui se rapportent à une voie logique qui n'est pas ouverte.

Tous les récepteurs conformes à la présente Recommandation signalent leur capacité de réception et d'interprétation correcte des descripteurs de base ou des descripteurs étendus des valeurs de multiplexage (pour les définitions de ces descripteurs, voir l'UIT-T H.245) au moyen de l'indication de capacité de réception `h223MultiplexTableCapability`, spécifiée dans l'UIT-T H.245.

Les récepteurs faisant état d'une capacité de base `h223MuxTableCapability` peuvent recevoir et interpréter correctement des descripteurs `MultiplexEntryDescriptors` conformes aux exigences suivantes:

- taille maximale du champ `elementList`: 2
- profondeur d'imbrication maximale: 1
- taille maximale du champ `subElementList`: 2

et dont le premier élément de multiplexage de la liste `elementList` n'utilise pas plus d'une fois une voie logique non segmentable et enfin dont le deuxième élément de multiplexage de cette même liste utilise exclusivement des voies logiques non segmentables.

Les récepteurs faisant état d'une capacité étendue peuvent recevoir et interpréter correctement des descripteurs `MultiplexEntryDescriptors`, conformément à l'indication de capacité `h223MultiplexTableCapability` de l'UIT-T H.245. Un récepteur offrant une capacité étendue doit en outre pouvoir recevoir et interpréter correctement tous les descripteurs `MultiplexEntryDescriptors` mentionnés au titre de la capacité de base.

NOTE – La valeur de codage du champ MC de chaque unité MUX-PDU doit être choisie de manière à garantir pour chaque flux d'information la qualité de service requise. Cette tâche relève des dispositions locales d'implémentation du multiplexage, lesquelles sortent du cadre de la présente Recommandation.

#### **6.4.1.2 Champ de contrôle d'erreur dans l'en-tête (HEC, *header error control*)**

Le champ HEC occupe 3 positions binaires et permet de détecter les erreurs affectant le champ MC au moyen d'un contrôle de redondance cyclique sur 3 bits.

La valeur de codage du champ HEC est égale au reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur  $P(x) = x^3 + x + 1$  du produit de  $x^3$  par le contenu du champ MC. L'expression polynomiale représentant le contenu du champ MC est obtenue en utilisant le bit numéro 2 (c'est-à-dire le bit de plus faible poids) du champ MC comme coefficient du terme de degré le plus élevé. L'expression polynomiale représentant le contenu du champ CRC est obtenue en utilisant le bit numéro 6 (c'est-à-dire le bit de plus faible poids) comme coefficient du terme de degré le plus élevé. Le Tableau 1 indique les valeurs de codage du champ HEC sur 3 bits en fonction de celles du champ HEC sur 4 bits.

Les récepteurs doivent détruire toute unité de données protocolaire MUX-PDU dont le champ HEC ne satisfait pas au contrôle d'erreur.

#### **6.4.1.3 Champ du marqueur de paquet (PM)**

Le champ PM codé sur 1 bit sert à marquer la fin des unités de données de service MUX-SDU des voies logiques segmentables, tel qu'indiqué au 6.5.

**Tableau 1/H.223 – Valeurs affectées au champ HEC  
en fonction des valeurs affectées au champ MC**

Champ MC	Champ HEC
Bit numéro 5 4 3 2	Bit numéro 8 7 6
0 0 0 0	0 0 0
0 0 0 1	1 0 1
0 0 1 0	1 1 1
0 0 1 1	0 1 0
0 1 0 0	0 1 1
0 1 0 1	1 1 0
0 1 1 0	1 0 0
0 1 1 1	0 0 1
1 0 0 0	1 1 0
1 0 0 1	0 1 1
1 0 1 0	0 0 1
1 0 1 1	1 0 0
1 1 0 0	1 0 1
1 1 0 1	0 0 0
1 1 1 0	0 1 0
1 1 1 1	1 1 1

#### **6.4.2 Champ d'information**

L'indication du tableau de multiplexage choisie d'après la valeur du champ MC spécifie la séquence de multiplexage applicable au champ d'information, selon les règles syntaxiques propres aux indications du tableau de multiplexage définies dans l'UIT-T H.245. Le champ d'information peut contenir des octets provenant de voies logiques multiples; il peut se terminer par un octet quelconque, à condition de clore l'unité de données protocolaires MUX-PDU par un fanion de fermeture; toutefois une unité de données de MUX-SDU provenant d'une voie logique non segmentable ne doit pas être interrompue.

La procédure décrite dans le présent paragraphe est facultative et n'est utilisée que lorsque la Recommandation système qui utilise l'UIT-T H.223 l'exige: lorsque cette option est utilisée, l'émetteur applique à chaque octet du champ d'information une opération OU exclusif avec l'octet 000xyz0 avant d'appliquer la procédure de transparence, "xyz" représentant les bits du champ MC et z correspondant au bit de plus faible poids (bit numéro 2) du champ. Le récepteur doit effectuer la même opération pour rétablir le contenu initial du champ d'information. L'application de cette procédure a pour but de faire en sorte que les erreurs affectant le champ MC modifient les octets du champ d'information reçu, avec une probabilité d'échec élevée de tout contrôle de redondance cyclique appliqué au contenu du champ d'information.

NOTE 1 – Lorsque la procédure décrite ci-dessus n'est pas utilisée, le multiplexeur doit être conçu de telle manière qu'en cas de non-détection d'erreurs affectant le champ MC, l'échec de tout contrôle de redondance cyclique appliqué au champ d'information soit garanti avec une probabilité élevée.

Bien que la longueur du champ d'information ne soit pas limitée, les émetteurs doivent tenir compte des caractéristiques d'erreur du support physique sous-jacent lors du choix de la longueur du champ d'information. En cas d'erreurs sur les bits affectant le champ MC, la totalité de l'unité de données protocolaire MUX-PDU risque d'être perdue.

NOTE 2 – Au niveau du récepteur, la couche MUX peut envoyer les octets du champ d'information à la couche AL d'adaptation en mode continu, avant d'avoir reçu la totalité de l'unité de données protocolaire MUX-PDU.

### **6.4.3 Interruption**

Une unité MUX-PDU dépourvue de champ d'information est interprétée au niveau du récepteur comme une interruption, si son champ PM est mis à la valeur "0" et si son champ MC est identique à celui de l'unité de données protocolaire MUX-PDU précédemment reçue. L'unité de données de service MUX-SDU à interrompre est celle qui occupait le dernier octet dans l'unité de données protocolaire MUX-PDU précédemment reçue.

### **6.5 Marquage des frontières des unités de données de service MUX-SDU**

La localisation de tous les champs que le récepteur doit interpréter dans la couche AL et/ou dans une couche supérieure en mode trame exige la détection des frontières des unités de données de service MUX-SDU au niveau du récepteur. Ce marquage s'effectue comme suit:

dans le cas de voies logiques non segmentables, le début de chaque unité de données de service MUX-SDU doit coïncider avec un créneau spécifié dans une structure MultiplexElement déterminée de type logicalChannelNumber (voir l'UIT-T H.245), et la fin doit être marquée par le plus proche des deux champs binaires suivants, soit le champ repeatCount spécifié, soit le fanion de fermeture de l'unité MUX-PDU considérée. La longueur réelle de l'unité de données de service MUX-SDU peut être inférieure à celle du créneau, à condition que l'unité de données protocolaire MUX-PDU en cours se termine par un fanion de fermeture immédiatement après l'unité de données de service MUX-SDU. Etant donné que la taille de chaque unité MUX-SDU est variable, il est possible de définir de multiples valeurs du tableau de multiplexage correspondant aux différentes longueurs possibles des unités MUX-SDU, afin de pouvoir mélanger ces mêmes unités MUX-SDU avec les octets des autres voies logiques. Il est à noter que les définitions données ici ainsi que les conditions précisées dans l'UIT-T H.245 supposent que l'on est autorisé à placer plusieurs unités MUX-SDU d'une voie logique non segmentable dans une unité MUX-PDU, mais seulement lorsque le récepteur distant a indiqué la capacité étendue de multiplexage.

Dans le cas de voies logiques segmentables, chaque unité de données de service MUX-SDU peut être scindée en segments et ces segments peuvent être transférés à l'intérieur d'une ou de plusieurs unités de données protocolaires MUX-PDU. Le champ PM de l'en-tête d'unité MUX-PDU sert à marquer la fin de chaque unité de données de service MUX-SDU. Plus précisément, le champ PM doit être mis à "1" pour indiquer que le dernier octet de la précédente unité MUX-PDU était le dernier octet de l'unité MUX-SDU finale. Du fait de cette procédure, une et une seule unité MUX-SDU segmentable peut se terminer à l'intérieur d'une unité de données protocolaire MUX-PDU; dès que la fin d'une quelconque unité MUX-SDU provenant d'une voie logique segmentable est atteinte, la fin de l'unité MUX-PDU doit être marquée par un fanion de fermeture et le champ PM de l'unité MUX-PDU suivante doit être mis à la valeur "1". Dans tous les autres cas, le champ PM est mis à la valeur "0". Autre conséquence de cette procédure, une unité MUX-PDU ne contient jamais des octets provenant de deux unités de données de service MUX-SDU différentes de la même voie logique segmentable.

Une unité MUX-PDU vide, ne contenant pas de champ d'information, est envoyée pour marquer la fin d'une unité de données de service MUX-SDU provenant d'une voie logique segmentable, si l'émetteur n'a aucune information à envoyer immédiatement après la fermeture de l'unité MUX-PDU. Le champ PM de cette unité est mis à la valeur "1", et le champ MC est identique à celui de la précédente unité MUX-PDU.

## 6.6 Exemples

Le Tableau 2 donne des exemples de descripteurs MultiplexEntryDescriptors dont la liste d'éléments comporte 1, 2 ou 3 éléments de multiplexage MultiplexElements. Chaque ligne du tableau correspond à un descripteur. Pour chaque descripteur, le nombre d'éléments de multiplexage de la liste elementList, la profondeur d'imbrication et la taille du champ subelementList figurent dans des colonnes distinctes.

Cinq voies logiques sont prises en considération: LCN0: commande, LCN1: audio I, LCN2: données, LCN3: vidéo, LCN4: audio II. Les voies logiques audio sont de type non segmentable et tous les autres sont de type segmentable.

Les cinq premières lignes du tableau donnent des exemples de descripteurs MultiplexEntryDescriptors dits de base:

les deux premières lignes montrent comment la totalité du champ d'information d'une unité MUX-PDU peut être affectée à une seule voie logique. Il est à noter que l'entrée figurant sur la première ligne peut être utilisée pour envoyer des unités MUX-SDU de longueur quelconque, mais seulement à raison d'une seule à la fois.

La troisième ligne montre de quelle façon il est possible de transmettre une unité de données de service vidéo à la suite d'une unité MUX-SDU audio, à l'intérieur d'une même unité MUX-PDU.

La quatrième ligne indique comment mélanger des données et des informations vidéo au moyen d'une séquence répétitive de 1 octet de données et de 3 octets de données vidéo.

La cinquième ligne montre comment une unité de données audio de service MUX-SDU, de faible longueur, correspondant vraisemblablement à du bruit de fond pendant une période de silence, peut être mélangée au moyen d'une séquence répétitive de données ordinaires et de données vidéo. Cette valeur de tableau de multiplexage est utilisée ci-dessous dans le présent paragraphe afin d'illustrer la construction du champ d'information.

Les trois dernières lignes donnent des exemples de descripteurs MultiplexEntryDescriptors de type étendu:

la sixième ligne montre comment des données audio peuvent être mélangées avec des octets provenant des voies de données vidéo, de voies de données ordinaires et de voies de commande.

La septième ligne montre un descripteur MultiplexEntryDescriptor qui comporte trois éléments de multiplexage destinés à envoyer deux unités de données de service audio provenant de deux voies logiques audio distinctes, mélangées à des octets provenant de voies de données et de voies de données vidéo.

Enfin, la huitième ligne donne un exemple d'imbrication à deux niveaux, dans laquelle une unité MUX-SDU audio est suivie d'une séquence composée alternativement d'octets de données et d'octets de données vidéo qui se répète successivement cinq fois, la séquence complète incluant l'unité MUX-SDU audio se répétant jusqu'au fanion de fermeture.

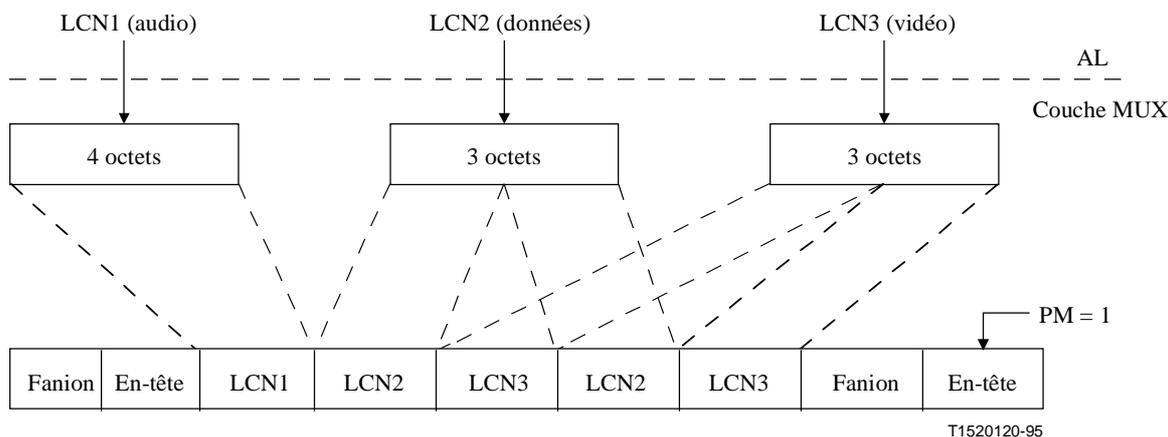
**Tableau 2/H.223 – Exemples de descripteurs MultiplexEntryDescriptors  
(LCN: logicalChannelNumber, RC: repeat Count, UCF: untilClosingFlag)**

Ligne	MultiplexEntryDescriptor	Element ListSize	Profondeur d'imbrication	Subelement ListSize	Exemple
1	{LCN1,RC UCF}	1	0	0	données audio seules
2	{LCN3,RC UCF}	1	0	0	données vidéo seules
3	{LCN1,RC21},{LCN3,RC UCF}	2	0	0	données audio et données vidéo seules
4	{{LCN2,RC1},{LCN3,RC3},RC UCF}	1	1	2	1:3 données vidéo
5	{LCN1,RC4},{LCN2,RC1},{LCN3,RC2},RC UCF}	2	1	2	audio, 1:2 données vidéo
6	{LCN1,RC21},{LCN2,RC2},{LCN3,RC6},{LCN0,RC1}RC UCF}	2	1	3	audio, 2:6:1 données vidéo commande
7	{LCN1,RC21},{LCN4,RC25},{LCN2,RC1},{LCN3,RC1}RC UCF}	3	1	2	audio I, audio II, 1:1 données vidéo
8	{{LCN1,RC25},{LCN2,RC1},{LCN3,RC1},RC5},RC UCF}	1	2	2	imbrication 2 niveaux

La Figure 5 illustre la construction du champ d'information à partir du descripteur MultiplexEntryDescriptor et décrit l'utilisation du champ PM. Cet exemple utilise le descripteur MultiplexEntryDescriptor de la ligne 5 du Tableau 2.

Supposons, dans le cas de cet exemple, qu'à un instant donné le multiplexeur ait trois unités de données de service à envoyer: une unité MUX-SDU de 4 octets provenant d'une voie LCN1, une unité MUX-SDU de 3 octets provenant de la voie LCN2 et une unité MUX-SDU de 3 octets provenant de la voie LCN3.

L'unité de données protocolaire MUX-PDU est formée à partir de l'unité MUX-SDU de 4 octets provenant de la voie LCN1, et continue par un segment d'un octet provenant de LCN2, un segment de 2 octets provenant de LCN3, un segment d'un octet de LCN2 et enfin un autre segment d'1 octet provenant de LCN3. Dès que la fin de l'unité de données de service MUX-SDU provenant de LCN3 est atteinte, l'unité MUX-PDU est fermée par un fanion et le champ PM de l'unité MUX-PDU suivante est actualisé. Le dernier octet de l'unité MUX-SDU de la voie LCN2 peut être transmis dans l'une ou l'autre des unités suivantes de données protocolaires MUX-PDU.



**Figure 5/H.223 – Exemple de champ d'information**

## 7 Spécification de la couche d'adaptation (AL)

### 7.1 Introduction

Le présent paragraphe décrit les interactions entre la couche AL et la couche supérieure voisine, comme entre la couche AL et la couche MUX multiplex, ainsi que les opérations de bout en bout entre couches AL équivalentes. La couche d'adaptation renforce les services fournis par la couche MUX sous-jacente afin d'offrir les fonctions requises par les utilisateurs de la couche AL et d'assurer le mappage entre la couche MUX et la couche voisine supérieure. Trois types distincts de couche d'adaptation sont spécifiés, à savoir les couches AL1, AL2 et AL3.

La couche AL est choisie par l'émetteur au moyen du message `OpenLogicalChannel` selon l'UIT-T H.245 au moment de l'ouverture d'une voie logique. L'un ou l'autre des trois types de couche AL peut servir de support à une voie logique, dans la limite des restrictions imposées par Recommandation relative aux données systèmes utilisant l'UIT-T H.223. La couche d'adaptation comprend un certain nombre de champs optionnels choisis par l'émetteur dans le message `OpenLogicalChannel` au moment de l'ouverture d'une voie logique.

L'unité d'information échangée entre la couche d'adaptation et une entité de la couche supérieure est appelée unité de données de service de la couche d'adaptation (AL-SDU). La longueur d'une unité AL-SDU peut être variable. La longueur maximale est déterminée par l'utilisateur de la couche d'adaptation. La méthode de mappage du flux d'information entre la couche supérieure et les unités de données de service AL-SDU sort du cadre de la présente Recommandation et sa définition est donnée dans l'UIT-T système (par exemple l'UIT-T H.324) utilisant l'UIT-T H.223. Toutes les unités de données de service AL-SDU qui appartiennent à une voie logique déterminée doivent être transférées par la couche d'adaptation dans l'ordre de leur réception en provenance de l'entité de la couche supérieure. La couche AL assure le transfert d'une unité AL-SDU complète reçue de l'utilisateur AL à l'intérieur d'une seule et même unité de données protocolaire AL-PDU. Une unité AL-PDU est directement mappée avec une unité MUX-SDU déterminée, le paramètre de la primitive de couche MUX, et inversement.

## **7.2 Spécification de la couche d'adaptation de type 1 (AL1, *adaptation layer type 1*)**

### **7.2.1 Aperçu général de la couche AL1**

La couche AL1 est conçue essentiellement pour transférer des données ou des informations de commande.

La couche AL1 ne comporte pas de détection d'erreur ou de capacité de correction. La couche supérieure doit par conséquent assurer toute correction d'erreur éventuellement nécessaire, et le cas échéant une procédure de retransmission.

La couche AL1 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, AL1 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 AL1 à la couche MUX dans des unités de données de service de multiplexage MUX-SDU.

La couche AL1 peut également servir à transporter 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 AL1, qui transmet les octets reçus de la couche supérieure à la couche multiplex, sans tenir compte de la structure de trame.

L'émetteur choisit le mode de transfert AL1 dans le message OpenLogicalChannel selon l'UIT-T H.245.

Les voies logiques auxquelles la couche AL1 sert de support selon le mode de transmission sans tramage sont normalement de type segmentable, de manière à pouvoir interrompre la transmission pour envoyer des octets d'autres flux d'information. Toutefois, puisque la longueur de l'unité de données de service AL-SDU est indéfinie, le champ PM n'est jamais mis à la valeur "1" dans le cas de ces voies logiques.

### **7.2.2 Primitives échangées entre la couche AL1 et l'utilisateur de la couche AL1**

L'information échangée entre AL1 et l'utilisateur de la couche AL1 comprend les primitives suivantes:

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

#### **7.2.2.1 Description des primitives**

- demande AL-DATA: cette primitive est envoyée à la couche AL1 par un utilisateur de la couche AL1 pour demander la transmission d'une unité AL-SDU vers l'entité réceptrice correspondante;
- indication AL-DATA: cette primitive est envoyée par la couche AL1 à un utilisateur de la couche AL1 pour signaler l'arrivée d'une unité AL-SDU;
- demande AL-Abort: cette primitive est envoyée à la couche AL1 par un utilisateur de la couche AL1 pour signaler qu'une unité AL-SDU partiellement transmise doit être interrompue. Elle n'est pas employée en cas de transmission en mode sans tramage;

- indication AL-Abort: cette primitive est envoyée par la couche AL1 à un utilisateur de la couche AL1 pour signaler qu'une unité AL-SDU partiellement transmise doit être interrompue. Elle n'est pas employée en cas de transmission en mode sans tramage.

#### 7.2.2.2 Description du paramètre

- AL-SDU: ce paramètre spécifie l'unité d'information échangée entre la couche AL1 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 et leur taille maximale doit être déterminée par l'utilisateur de la couche AL1. 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.

#### 7.2.3 Procédures d'interruption

Les procédures d'interruption sont applicables lorsqu'il y a un échange d'information entre couches en mode continu.

Lorsqu'une primitive de demande AL-Abort est envoyée à la couche AL1 par l'utilisateur de la couche AL1 afin d'interrompre une unité de données de service AL-SDU transmise en partie, AL1 doit envoyer immédiatement une primitive de demande MUX-Abort à la couche MUX, si une unité de données de service MUX-SDU contenant cette unité AL-SDU a été déjà communiquée en partie à la couche MUX.

En réception, lorsque la couche AL1 reçoit une primitive d'indication MUX-Abort provenant de la couche MUX, elle doit envoyer immédiatement une primitive d'indication AL-Abort à l'utilisateur de la couche AL1, si cette unité de données de service a déjà été communiquée en partie à l'utilisateur.

Les procédures d'interruption ne sont pas utilisées en mode de transmission dit sans tramage.

### 7.3 Spécification de la couche d'adaptation de type 2 (AL2, *adaptation layer type 2*)

#### 7.3.1 Aperçu général de la couche d'adaptation AL2

La couche AL2 est conçue essentiellement pour transférer des données numériques audio.

La couche AL2 assure une détection d'erreur par contrôle de redondance cyclique sur 8 bits. Elle offre la capacité optionnelle de numérotage des séquences, susceptible de servir à détecter les unités de données protocolaires AL-PDU manquantes ou mal transmises. AL2 transmet des unités de données de service AL-SDU de longueur variable, comportant un nombre entier d'octets.

#### 7.3.2 Primitives échangées entre la couche AL2 et l'utilisateur de la couche AL2

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

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

##### 7.3.2.1 Description des primitives

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

### 7.3.2.2 Description des paramètres

- AL-SDU: ce paramètre spécifie l'unité d'information échangée entre la couche AL2 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 et la taille maximale des unités AL-SDU qu'un récepteur AL2 peut admettre est signalée par la voie de commande H.245. Une entité réceptrice AL2 peut transmettre une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL2 afin d'indiquer qu'une unité AL-SDU est manquante. 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.
- Indication d'erreur (EI, *error indication*): ce paramètre peut être utilisé en réception dans la couche AL2 pour communiquer des indications d'erreur à l'utilisateur de la couche AL2. Les procédures détaillées d'utilisation et de codage numérique sortent du cadre de la présente Recommandation.

### 7.3.3 Fonctions, format et codage de la couche AL2

#### 7.3.3.1 Fonctions de la couche AL2

La couche AL2 assure les fonctions suivantes:

- détection et indication d'erreurs;
- numérotage optionnel des séquences.

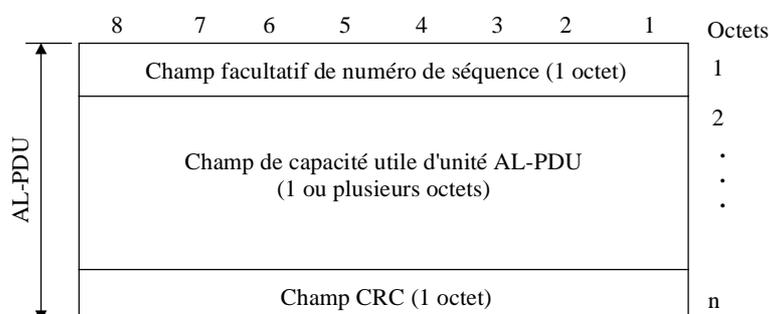
#### 7.3.3.2 Format et codage de la couche AL2

La schéma de la Figure 6 décrit le format de l'unité de données protocolaire AL-PDU.

##### 7.3.3.2.1 Champ SN de numéro de séquence

Le champ optionnel SN codé sur 8 positions binaires offre la possibilité de concaténer des unités de données protocolaires AL-PDU. Le numéro de séquence peut permettre à l'entité réceptrice de la couche AL2 de détecter des unités AL-PDU manquantes et mal transmises.

Tous les récepteurs conformes à la présente Recommandation doivent être en mesure de recevoir et d'interpréter les unités de données protocolaires 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 l'UIT-T H.245.



T1520130-95

**Figure 6/H.223 – Format AL-PDU pour AL2**

En cas d'utilisation du champ SN, le récepteur de la couche AL2 peut détecter l'absence d'une unité AL-PDU ou sa transmission incorrecte par la couche MUX. Toute unité AL-PDU incorrectement transmise détectée par le récepteur de la couche AL2 doit être détruite.

#### **7.3.3.2 Champ de capacité utile AL-PDU**

Le champ de capacité utile de l'unité de données protocolaire AL-PDU contient une unité AL-SDU complète, et son premier octet correspond au premier octet de l'unité AL-SDU.

#### **7.3.3.3 Champ CRC**

Le champ CRC codé sur 8 positions binaires offre une capacité de détection d'erreur sur la totalité de l'unité de données protocolaire AL-PDU.

La valeur de codage du champ CRC de 8 bits est égale au reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur  $p(x) = x^8 + x^2 + x + 1$  du produit de  $x^8$  par le contenu de l'unité AL-PDU, sans le champ CRC, mais y compris le champ SN. Le polynôme représentant le contenu de l'unité AL-PDU est obtenu en utilisant le bit numéro 1 du premier octet comme coefficient du terme de degré le plus élevé.

Une implémentation type au niveau de l'émetteur consiste à mettre préalablement à zéro le contenu initial de toutes les positions binaires du registre du dispositif servant à calculer le reste de la division, puis à le modifier en divisant par le polynôme générateur (tel qu'indiqué ci-dessus) le contenu de l'unité de données protocolaire AL-PDU, en excluant les bits du champ CRC; le reste ainsi obtenu est transmis en tant que valeur du champ CRC codé sur 8 bits. Le coefficient du terme de degré le plus élevé du reste du polynôme correspond au bit numéro 1 du champ CRC.

NOTE – Contrairement à la procédure de contrôle de redondance cyclique appliquée au champ CRC codé sur 16 bits dans le cas de la couche d'adaptation AL3, la procédure CRC appliquée ici ne comprend pas de traitement préalable ou ultérieur.

### **7.3.4 Procédures d'interruption**

Une procédure d'interruption peut être utilisée en cas d'échange entre couches en mode continu.

Lorsqu'un utilisateur de la couche AL2 envoie une primitive de demande AL-Abort à la couche AL2, afin d'interrompre une unité de données de service AL-SDU transmise en partie, la couche AL2 doit envoyer immédiatement à la couche MUX une primitive de demande MUX-Abort, si cette unité AL-SDU a déjà été transmise en partie à la couche MUX.

Au niveau du récepteur de la couche AL2, lorsqu'une primitive d'indication MUX-Abort est reçue de la couche MUX, toute unité de données protocolaire reçue en partie doit être détruite.

### **7.3.5 Procédures de numérotage des séquences**

En cas d'utilisation du champ SN les procédures suivantes sont applicables.

Dès qu'une voie logique utilisant la couche AL2 est ouverte avec succès conformément à la procédure définie par l'UIT-T H.245, la première unité de données protocolaire acheminée par l'entité émettrice de la couche AL2 doit comporter un champ SN mis à la valeur "0". Chaque émission ultérieure d'unité de données protocolaire AL-PDU faisant partie de ladite voie logique donne lieu à un accroissement de 1 modulo 256 de la valeur du champ SN.

### **7.3.6 Procédures de protection contre les erreurs**

En cas d'échec du contrôle de redondance cyclique au niveau du récepteur de la couche AL2, l'unité de données de service AL-SDU 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 AL2 peut détecter l'absence ou la transmission incorrecte d'une unité AL-PDU par la couche MUX. Le récepteur de la couche AL2 doit détruire toute unité AL-PDU incorrectement transmise qu'il a détectée. Pour chaque unité AL-PDU manquante détectée, le récepteur de la couche AL2 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.

## **7.4 Spécification de la couche d'adaptation de type 3 (AL3, *adaptation layer type 3*)**

### **7.4.1 Aperçu général de la couche AL3**

La couche AL3 est conçue essentiellement pour transférer des données numériques vidéo.

La couche AL3 assure une détection d'erreur par contrôle de redondance cyclique sur 16 bits. Elle offre en outre la capacité facultative de numérotage des séquences, susceptible de servir à détecter les unités de données protocolaires AL-PDU manquantes ou mal transmises. AL3 transmet des unités de données de service AL-SDU de longueur variable, et autorise par ailleurs l'emploi facultatif d'une procédure de retransmission conçue principalement pour des données vidéo.

### **7.4.2 Primitives échangées entre la couche AL3 et l'utilisateur de la couche AL3**

L'information échangée entre AL3 et l'utilisateur de la couche AL3 comprend les primitives suivantes:

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

#### **7.4.2.1 Description des primitives**

- demande AL-DATA: cette primitive est envoyée à la couche AL3 par un utilisateur de la couche AL3 pour demander la transmission d'une unité AL-SDU vers l'utilisateur AL3 correspondant;
- indication AL-DATA: cette primitive est envoyée par la couche AL3 à un utilisateur de la couche AL3 pour signaler l'arrivée d'une unité AL-SDU;
- demande AL-Abort: cette primitive est envoyée à la couche AL3 par un utilisateur de la couche AL3 pour signaler qu'une unité AL-SDU partiellement transmise doit être interrompue;
- indication AL-DRTX: cette primitive est envoyée à la couche AL3 par un utilisateur de la couche AL3 pour indiquer qu'un état de refus de retransmission est apparu au niveau de l'émetteur local.

#### **7.4.2.2 Description des paramètres**

- AL-SDU: ce paramètre spécifie l'unité d'information échangée entre la couche AL3 et l'utilisateur de la couche AL3. La longueur des unités AL-SDU peut être variable et chaque unité transmise doit contenir un nombre entier d'octets. La taille maximale des unités AL-SDU qu'un récepteur AL3 peut admettre est signalée par la voie de commande H.245.

Une entité réceptrice AL3 peut transmettre une unité AL-SDU vide à l'utilisateur de la couche AL3 afin d'indiquer qu'une unité AL-SDU a été perdue.

- Indication d'erreur (ED): ce paramètre peut être utilisé en réception dans la couche AL3 pour communiquer des indications d'erreur à l'utilisateur de la couche AL3. Les procédures détaillées d'utilisation et de codage numérique sortent du cadre de la présente Recommandation.

### 7.4.3 Fonctions, format et codage de la couche d'adaptation AL3

#### 7.4.3.1 Fonctions de la couche AL3

La couche AL3 assure les fonctions suivantes:

- détection et indication d'erreurs;
- numérotage facultatif des séquences;
- capacité facultative de retransmission.

#### 7.4.3.2 Format et codage de la couche AL3

Le schéma de la Figure 7 décrit le format de l'unité de données protocolaire AL-PDU.

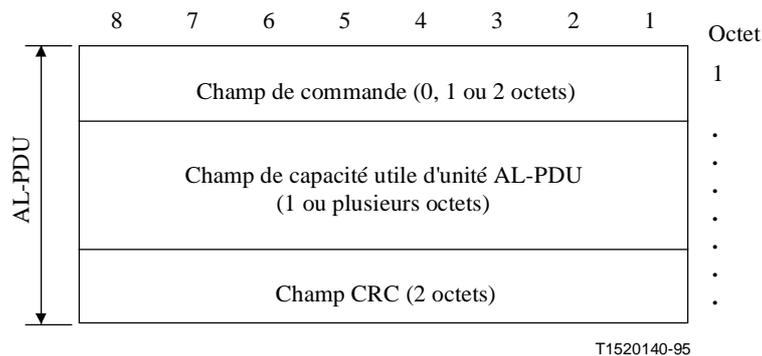
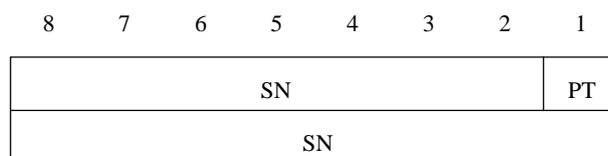


Figure 7/H.223 – Format AL-PDU pour AL3

#### 7.4.3.2.1 Champ de commande

Le champ de commande facultatif se compose d'un champ de type de capacité utile (PT, *payload type*), qui indique la fonction de la capacité utile de l'unité AL-PDU, et d'un champ de numéro de séquence (SN, *sequence number*), tel qu'indiqué sur le schéma de la Figure 8.



PT type de capacité utile  
SN numéro de séquence

Figure 8/H.223 – Format du champ de commande de l'unité AL-PDU pour la couche AL3

Tous les récepteurs conformes à la présente Recommandation doivent être en mesure de recevoir et d'interpréter les unités de données protocolaires AL-PDU qui comportent des champs de commande de 0, 1 ou 2 octets. Le nombre d'octets occupés par le champ de commande doit être déterminé par l'émetteur et doit être notifié au terminal éloigné dans le message OpenLogicalChannel selon l'UIT-T H.245.

En l'absence du champ de commande, la procédure de retransmission n'est pas utilisée. Toutefois, la Recommandation système qui utilise l'UIT-T H.223 peut exiger la présence du champ de commande.

#### 7.4.3.2.1.1 Champ du type de capacité utile (PT)

Le champ PT codé sur 1 bit indique le type de capacité utile de l'unité AL-PDU. Lorsqu'il est mis à la valeur "1", le champ de capacité utile de l'unité AL-PDU doit contenir une unité de données de service AL-SDU. Une telle unité de données protocolaire est dite de type I-PDU. Lorsque le champ PT est mis à la valeur "0", le champ de capacité utile d'unité AL-PDU contient un message de supervision utilisé dans la procédure de retransmission. Une telle unité de données protocolaire est dite de type S-PDU.

#### 7.4.3.2.1.2 Champ du numéro de séquence (SN)

Le champ de numéro de séquence doit comporter 7 ou 15 bits, selon la longueur du champ de commande. Dans le cas des unités de données de type I-PDU, le champ SN contient un numéro de séquence d'émission N(S). Dans le cas des unités de données de type S-PDU, le champ SN contient un numéro de séquence à la réception N(R) d'une unité I-PDU comme défini au 7.4.6.1.6.

L'utilisation du champ SN permet au récepteur de la couche AL3 de détecter l'absence d'une unité AL-PDU ou sa transmission incorrecte par la couche MUX.

Toute unité AL-PDU incorrectement transmise détectée par le récepteur de la couche AL3 doit être détruite.

#### 7.4.3.2.2 Champ de capacité utile d'unité AL-PDU

Le champ de capacité utile d'une unité de données protocolaire I-PDU doit contenir une unité de données de service complète AL-SDU reçue de l'utilisateur de la couche AL3, et le premier octet du champ de capacité utile de l'unité AL-PDU doit être constitué par le premier octet de l'unité de données de service AL-SDU.

Le champ de capacité utile codé sur un octet d'une unité de données protocolaire de type S-PDU contient un message de supervision tel que défini au 7.4.6.2.

#### 7.4.3.2.3 Champ CRC

Le champ CRC codé sur 16 positions binaires offre une capacité de détection d'erreur sur la totalité de l'unité de données protocolaire AL-PDU, y compris le champ de commande, le cas échéant. Le contrôle CRC et les procédures correspondantes sont les mêmes qu'aux termes des procédures LAPM/V.42 et LAPF/Q.922.

Le contrôle CRC utilise le polynôme générateur  $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ .

La valeur du champ CRC est égale au complément à 1 de la somme (modulo 2):

- du reste (modulo 2) de la division de  $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$  par le polynôme générateur  $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , avec  $k$  nombre de bits de l'unité AL-PDU, non compris les bits du champ CRC;
- du reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur  $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ , du produit de  $x^{16}$  par le contenu de l'unité AL-PDU, à l'exception des bits du champ CRC. Le polynôme représentant le contenu de l'unité AL-PDU est obtenu en utilisant le bit numéro 1 du premier octet comme coefficient du terme de degré le plus élevé.

Une implémentation type au niveau de l'émetteur consiste à mettre préalablement à zéro le contenu initial de toutes les positions binaires du registre du dispositif servant à calculer le reste de la division, puis à le modifier en divisant par le polynôme générateur (tel qu'indiqué ci-dessus) le contenu de l'unité de données protocolaire AL-PDU, en excluant les bits du champ CRC; le reste ainsi obtenu est transmis en tant que valeur du champ CRC codé sur 16 bits. Le complément jusqu'à un du coefficient du terme de degré le plus élevé du reste du polynôme correspond au bit numéro 1 du premier octet du champ CRC codé sur 16 bits. Le complément jusqu'à un du coefficient du terme

de degré le moins élevé du reste du polynôme correspond au bit numéro 8 du deuxième octet du champ CRC codé sur 16 bits.

NOTE – Contrairement à la procédure de contrôle de redondance cyclique appliquée au champ CRC codé sur 8 bits dans le cas de la couche d'adaptation AL2, la procédure CRC appliquée ici comprend un traitement préalable ou ultérieur.

#### **7.4.4 Procédures d'interruption**

Une procédure d'interruption peut être utilisée en cas d'échange entre couches en mode continu.

Lorsqu'un utilisateur de la couche AL3 envoie une primitive de demande AL-Abort à la couche AL3, afin d'interrompre une unité de données de service AL-SDU transmise en partie, la couche AL3 doit envoyer immédiatement à la couche MUX une primitive de demande MUX-Abort, si cette unité AL-SDU a déjà été transmise en partie à la couche MUX.

Au niveau du récepteur de la couche AL3, lorsqu'une primitive d'indication MUX-Abort est reçue de la couche MUX, toute unité de données de protocole reçue en partie doit être détruite.

#### **7.4.5 Procédures de protection contre les erreurs**

##### **7.4.5.1 Unités AL-PDU non valables**

Une unité de données protocolaire est dite non valable si:

- a) elle comporte un nombre d'octets inférieur au nombre minimal spécifié au 7.4.3.2, en fonction de la longueur du champ de commande;
- b) si elle ne contient pas un nombre entier d'octets;
- c) si la longueur dépasse la taille maximale d'une unité AL-PDU;
- d) si elle contient une erreur constatée par contrôle de redondance cyclique.

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

##### **7.4.5.2 Protection contre les erreurs: champ absent**

En l'absence de champ de protection contre les erreurs, en cas de contrôle négatif de redondance cyclique au niveau du récepteur de la couche AL3, l'unité correspondante de données de service AL-SDU peut être transmise à l'utilisateur de la couche AL3, associée à un paramètre approprié d'indication d'erreur, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

##### **7.4.5.3 Protection contre les erreurs: champ présent**

En présence d'un champ de protection contre les erreurs, le récepteur de la couche AL3 a la possibilité d'invoquer la procédure de retransmission. L'entité émettrice de la couche AL3 répond à une demande de retransmission conformément aux procédures définies au 7.4.6.3.4. Les procédures de protection contre les erreurs applicables aux opérations de retransmission sont décrites au 7.4.6.

##### **7.4.5.3.1 Absence de retransmission**

En cas d'utilisation du champ de protection contre les erreurs, et si le récepteur de la couche AL3 n'invoque pas la procédure de retransmission, les procédures suivantes de protection contre les erreurs sont applicables.

Si le contrôle de redondance cyclique échoue au niveau du récepteur de la couche AL3, l'unité correspondante de données de service AL-SDU peut être transmise à l'utilisateur de la couche AL3, accompagnée d'une valeur appropriée du paramètre EI, par l'intermédiaire de la primitive d'indication AL-DATA.

En cas d'utilisation du champ SN, le récepteur de la couche AL3 peut détecter l'absence d'une unité de données protocolaire ou sa transmission incorrecte par la couche MUX.

Le récepteur de la couche AL3 doit détruire toute unité AL-PDU incorrectement transmise qu'il a détectée.

Pour chaque unité AL-PDU manquante détectée, le récepteur de la couche AL3 peut envoyer à l'utilisateur de la couche AL3 une unité AL-SDU vide, accompagnée d'une indication d'erreur appropriée, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

## **7.4.6 Procédure de retransmission**

Les procédures propres au récepteur définies dans le présent sous-paragraphe doivent être employées en présence du champ de commande. Les procédures propres au récepteur définies dans le présent sous-paragraphe doivent être employées en cas de retransmission.

### **7.4.6.1 Définitions**

#### **7.4.6.1.1 Module**

Chaque unité de données protocolaire de type I-PDU, définie au 7.4.3.2.1.1, est numérotée séquentiellement modulo 128 ( $2^{15}$ ) et peut prendre une valeur allant de 0 à 127 (32767).

NOTE – Toutes les opérations arithmétiques effectuées sur des variables d'état et des numéros séquentiels figurant dans le présent sous-paragraphe sont définies modulo 128 ( $2^{15}$ ).

#### **7.4.6.1.2 Variable d'état à l'émission $V(S, \textit{send state variable})$**

$V(S)$  est une variable interne propre à l'entité émettrice de la couche AL3. Elle désigne le numéro de séquence de la prochaine unité I-PDU à transmettre.  $V(S)$  peut prendre les valeurs 0 à 127 (32767). La valeur de  $V(S)$  est incrémentée suite à la transmission dans l'ordre séquentiel d'une unité I-PDU à la couche MUX à l'intérieur d'une unité de données de service MUX-SDU.

#### **7.4.6.1.3 Numéro de séquence à l'émission $N(S, \textit{send sequence number})$**

Seules les unités de données protocolaires de type I-PDU contiennent  $N(S)$ , le numéro de séquence à l'émission des unités I-PDU transmises. A l'instant où une unité I-PDU dans l'ordre séquentiel est désignée en vue de son émission, la valeur de  $N(S)$  est mise à  $V(S)$ .

#### **7.4.6.1.4 Mémoire tampon d'émission $B_S$**

Chaque entité de la couche AL3 doit tenir à jour une mémoire tampon d'émission  $B_S$ , servant à mémoriser les unités de données protocolaires I-PDU qui viennent d'être envoyées. La taille minimale de  $B_S$  imposée à tous les émetteurs de la couche AL3 est spécifiée dans la Recommandation système (par exemple, UIT-T H.324) qui utilise l'UIT-T H.223. La taille effective de la mémoire  $B_S$  est indiquée au terminal distant dans le message OpenLogicalChannel selon l'UIT-T H.245.

#### **7.4.6.1.5 Variable d'état à la réception $V(R, \textit{receive state variable})$**

$V(R)$  est une variable d'état interne propre à l'entité réceptrice de la couche AL3. Elle désigne le numéro de séquence de la prochaine unité de données protocolaire I-PDU dans l'ordre séquentiel et dont la réception est prévue.  $V(R)$  peut prendre les valeurs 0 à 127 (32767). La valeur de  $V(R)$  est incrémentée à réception d'une unité I-PDU valable et dans l'ordre séquentiel, dont le numéro  $N(S)$  est égal à  $V(R)$ .

#### **7.4.6.1.6 Numéro de séquence à la réception $N(R, \textit{receive sequence number})$**

Seules les unités de données protocolaires de type S-PDU contiennent un numéro  $N(R)$ , c'est-à-dire le numéro de séquence à l'émission d'une unité I-PDU à laquelle se réfère l'unité S-PDU.

### 7.4.6.2 Messages de supervision

Les unités de données protocolaires de type S-PDU transportent des messages de supervision. Chaque unité S-PDU contient un message d'un octet unique. Le Tableau 3 présente les valeurs de codage des messages de supervision d'un octet définis dans la couche AL3.

**Tableau 3/H.223 – Valeurs de codage des messages de supervision**

Message de supervision	Numéro de code	Code binaire
SREJ	0	00000000
DRTX	255	11111111
Valeur réservée	1-254	

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

Un récepteur de la couche AL3 demande la retransmission de la seule unité de données protocolaire I-PDU numérotée N(R) au moyen du message SREJ.

Une unité PDU de message SREJ ne doit pas être transmise plus d'une fois pour la même unité I-PDU.

#### 7.4.6.2.2 Message de refus de retransmission (DRTX)

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, l'unité ou les unités de données protocolaires transmises antérieurement aient été détruites avant réception de la demande de retransmission. Le message DRTX permet à un émetteur de la couche AL3 de décliner la demande de retransmission d'une unité I-PDU, lorsque ladite unité n'est pas disponible dans la mémoire tampon d'émission au moment de la réception de l'unité SREJ PDU.

### 7.4.6.3 Procédures détaillées

#### 7.4.6.3.1 Procédures d'initialisation

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

Lorsque la voie logique inverse a été établie selon la procédure définie dans l'UIT-T H.245, l'entité de la couche AL3:

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

#### 7.4.6.3.2 Emission d'unités I-PDU dans l'ordre séquentiel

L'information reçue en provenance de l'utilisateur de la couche AL3 dans une unité de données protocolaire 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 7.4.3.2. Le champ SN de l'unité I-PDU est mis à la valeur V(S). V(S) est incrémentée après transmission de l'unité I-PDU à la couche MUX.

#### 7.4.6.3.3 Réception d'unités I-PDU dans l'ordre séquentiel

Lorsqu'une entité de la couche AL3 reçoit une unité I-PDU valable, dont N(S) est égale à la valeur courante V(R), l'entité de la couche AL3 incrémente sa variable V(R) à 1.

#### **7.4.6.3.4 Réception d'unités SREJ PDU**

A réception d'une unité SREJ PDU valable, l'entité de la couche AL3 effectue les opérations suivantes:

- a) si l'unité de données protocolaire I-PDU dont la variable  $N(S)$  est égale à la variable  $N(R)$  de l'unité SREJ PDU se trouve encore dans la mémoire tampon d'émission, l'entité émettrice de la couche AL3 transmet dès que possible l'unité I-PDU correspondante à la couche MUX. 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 protocolaire I-PDU dont la variable  $N(S)$  est égale à la variable  $N(R)$  de l'unité SREJ PDU a été détruite, l'entité de la couche AL3 doit afficher une condition d'exception de refus de retransmission. Les procédures applicables à cette condition d'exception sont définies au 7.4.6.4.5.

#### **7.4.6.4 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 l'entité de la couche AL3.

Les procédures de reprise sur erreur disponibles lorsqu'une condition d'exception a été détectée par une entité de la couche AL3 sont définies dans le présent sous-paragraphe.

##### **7.4.6.4.1 Réception d'unités AL-PDU non valables**

En cas de réception d'une unité AL-PDU non valable, celle-ci est soit détruite soit sauvegardée en vue d'une transmission ultérieure éventuelle à l'utilisateur de la couche AL3.

##### **7.4.6.4.2 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 AL3 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 AL3 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 AL3 peut acheminer une unité de données de service AL-SDU vide ou une unité non valable AL-SDU déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'un paramètre EI approprié, à destination de l'utilisateur de la couche AL3, 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 AL3 doit transmettre l'unité de données de service AL-SDU associée, accompagnée du paramètre EI approprié, à l'utilisateur de la couche AL3, 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 AL3 règle la condition d'exception relative à toute unité SREJ PDU envoyée avant l'unité SREJ PDU ayant fait l'objet de la retransmission, en arrêtant les temporisateurs correspondants. Pour chaque condition d'exception réglée, le récepteur AL3 incrémente  $V(R)$  et peut envoyer à l'utilisateur de la

couche AL3 une unité de données de service AL-PDU 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 AL3 dans des unités de données de service AL-SDU, accompagnée d'un paramètre EI approprié.

#### **7.4.6.4.3 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 valable S-PDU contenant une valeur N(R) non valable. Or, une valeur N(R) est dite non valable 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.

Il convient que l'entité de la couche AL3 ignore le message contenu dans des unités S-PDU de ce type.

#### **7.4.6.4.4 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 AL3 peut alors transmettre une unité AL-SDU vide ou une unité non valable AL-SDU déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'un paramètre EI approprié, à destination de l'utilisateur de la couche AL3, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

#### **7.4.6.4.5 Refus de retransmission**

##### **7.4.6.4.5.1 Procédures de reprise sur erreur au niveau de l'émetteur de la couche AL3**

Si l'émetteur n'a pas conservé dans la mémoire tampon d'émission l'unité de données de service I-PDU demandée, à réception d'une demande de retransmission SREJ, l'émetteur effectue les opérations suivantes:

- il envoie dès que possible une unité (DRTX) PDU de refus de retransmission, dont la valeur N(R) est égale à la valeur N(R) de l'unité SREJ PDU reçue;
- il envoie une primitive d'indication AL-DRTX à l'utilisateur AL3;
- il reprend la transmission des unités de données protocolaires AL-PDU qui restent à transmettre.

##### **7.4.6.4.5.2 Procédures de reprise sur erreur au niveau du récepteur de la couche AL3**

A réception d'un message DRTX, une condition d'exception est réglée en arrêtant le temporisateur et en incrémentant V(R). Le récepteur AL3 peut alors transmettre une unité AL-SDU vide ou une unité non valable AL-SDU déjà reçue (préalablement sauvegardée), accompagnée d'un paramètre EI approprié, à destination de l'utilisateur de la couche AL3, au moyen de la primitive d'indication AL-DATA.

#### **7.4.6.4.6 Unités PDU de supervision non sollicitées**

Une unité DRTX PDU non sollicitée reçue par l'entité réceptrice de la couche AL3 ne doit pas être prise en compte.

Une unité PDU de supervision dotée d'un code de message à valeur réservée ne doit pas être prise en compte.

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

### A.1 Généralités

La présente annexe spécifie le protocole de niveau 1 des extensions H.223 applicables aux terminaux mobiles telles que décrites à l'Annexe C/H.324. Elle ne modifie que le verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU de la couche multiplex; toutefois la couche d'adaptation spécifiée dans l'UIT-T H.223 demeure inchangée.

### A.2 Spécification de la couche multiplex (MUX)

Le verrouillage de trames des unités MUX-PDU défini dans l'UIT-T H.223 est modifié. Au lieu de la procédure du 6.3, le niveau 1/H.223 utilisera la procédure du A.2.1.

#### A.2.1 Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU

Dans le mode de base, qui est obligatoire, toutes les unités MUX-PDU sont délimitées par des fanions de 16 bits. Les transmissions de niveau 1 doivent débiter dans le mode de base.

Dans le mode double fanion, qui est facultatif, toutes les unités MUX-PDU sont délimitées par deux fanions consécutifs de 16 bits. Tous les émetteurs conformes à l'UIT-T H.223 doivent notifier leur capacité de délimiter les unités MUX-PDU avec deux fanions consécutifs au moyen de l'indication de capacité **h223AnnexADoubleFlag** spécifiée dans l'UIT-T H.245.

##### A.2.1.1 Fanion

Dans le mode de base, toutes les unités MUX-PDU doivent être précédées et suivies du fanion de 16 bits constitué de la séquence binaire particulière suivante (voir Figure A.1):

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

**Figure A.1/H.223 – Fanion de 16 bits**

Le fanion qui précède l'unité MUX-PDU est appelé fanion d'ouverture. Le fanion qui suit l'unité MUX-PDU est appelé fanion de fermeture. Le fanion de fermeture peut également servir de fanion d'ouverture de l'unité MUX-PDU suivante. Toutefois, tous les récepteurs conformes à l'UIT-T H.223 autorisent nécessairement la réception de plusieurs fanions consécutifs, puisque le fanion est susceptible d'être transmis à plusieurs reprises entre les unités de données protocolaires MUX-PDU.

Dans le mode double fanion, toutes les unités MUX-PDU doivent être précédées et suivies de deux fanions de 16 bits ("double fanion"). Le double fanion qui précède l'unité MUX-PDU est appelé fanion d'ouverture. Le double fanion qui suit l'unité MUX-PDU est appelé fanion de fermeture. Le fanion de fermeture peut également servir de fanion d'ouverture de l'unité MUX-PDU suivante. Tous les récepteurs fonctionnant dans le mode double fanion autorisent nécessairement la réception de plusieurs doubles fanions consécutifs, puisque le double fanion est susceptible d'être transmis à plusieurs reprises entre les unités de données de protocole MUX-PDU.

Un émetteur fonctionnant dans le mode double fanion transmet toujours un nombre pair de fanions de 16 bits comme spécifié à la Figure A.1.

Si un récepteur a signalé la capacité `MultiplexDoubleFlag`, il commence à délimiter les unités MUX-PDU au moyen des doubles fanions lorsqu'il reçoit la commande **h223MultiplexReconfiguration.h223AnnexADoubleFlag.start**.

Il cesse de délimiter les unités MUX-PDU au moyen des doubles fanions lorsqu'il reçoit la commande **h223MultiplexReconfiguration.h223AnnexADoubleFlag.stop**.

Durant la période qui s'écoule entre, d'une part, la demande de passage du mode de base au mode double fanion ou vice versa et, d'autre part, la réception du premier fanion du nouveau mode, le récepteur doit chercher le fanion qui est unique et le double fanion. Le premier nouveau fanion détecté ne doit être considéré comme valable que s'il est suivi d'un en-tête de multiplexage doté d'un champ de protection contre les erreurs d'en-tête HEC valable. Pour que la modification soit davantage invulnérable aux erreurs, cette recherche doit être effectuée à plusieurs reprises jusqu'à ce que le nouveau mode soit établi.

NOTE – Les Annexes B et C appliquant une stratégie de synchronisation améliorée, la délimitation des unités MUX-PDU au moyen de doubles fanions n'est définie que dans la présente annexe.

### **A.2.1.2 Détection des fanions**

La détection du début d'une unité MUX-PDU par le récepteur peut être effectuée par corrélation entre le train de bits entrant et le fanion de synchronisation. Le résultat de la corrélation peut être comparé à un seuil de corrélation (CT, *correlation threshold*). La valeur du seuil CT n'est pas spécifiée dans la présente annexe. Lorsque le résultat est égal ou supérieur au seuil, le récepteur conclut qu'un fanion a été détecté.

La structure à alignement d'octets des unités MUX-PDU doit être utilisée pour réduire l'émulation des fanions. L'émulation peut être davantage réduite au moyen de la vérification du champ HEC de l'en-tête de multiplexage.

NOTE – La procédure de niveau 1 n'utilise pas la méthode de l'insertion du bit 0 décrite pour les fanions HDLC dans l'UIT-T H.223. Ce niveau n'empêche pas l'émulation des fanions dans le train de bits et ne garantit pas la transparence.

## **ANNEXE B**

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

#### **B.1 Généralités**

La présente annexe spécifie le protocole de niveau 2 des extensions H.223 applicables aux terminaux mobiles telles que décrites à l'Annexe C/H.324. Elle ne modifie que le verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU de la couche multiplex; toutefois la couche d'adaptation spécifiée dans l'UIT-T H.223 demeure inchangée.

#### **B.2 Abréviations**

Aux fins de la présente annexe, l'abréviation suivante est ajoutée au paragraphe 4.

MPL longueur de la charge utile de multiplexage (*multiplex payload length*)

#### **B.3 Spécification de la couche multiplex (MUX)**

Le verrouillage de trames des unités MUX-PDU défini dans l'UIT-T H.223 est modifié. Pour le niveau 2, les procédures et définitions suivantes seront utilisées au lieu des 6.3 à 6.6.

### B.3.1 Verrouillage de trames des unités de données protocolaires MUX-PDU

Voir A.2.1.1 pour le mode de base. Des fanions de synchronisation consécutifs ne doivent pas être utilisés au niveau 2. La présente annexe ne doit pas non plus utiliser le mode des doubles fanions. Si l'émetteur n'a pas d'information à envoyer, c'est la procédure du mode de bourrage (voir B.3.2.3) qui doit être utilisée.

#### B.3.1.1 Détection des fanions

Une propriété fondamentale du fanion de synchronisation utilisé dans la présente annexe est qu'il a un mécanisme d'autocorrélation qui offre de bonnes propriétés de détection, et que la corrélation croisée entre le fanion et son complément à 1 dénote la même puissante propriété de détection dans le sens négatif. Etant donné un dispositif de corrélation qui effectue une recherche de synchronisation à des positions déterminées, le résultat de la corrélation peut être utilisé pour notifier des informations supplémentaires moyennant la détection d'un fanion à complément à un pour une information spécifique. Ce procédé est utilisé dans l'UIT-T H.223 pour signaler l'information de marqueur de paquet (PM) et les transitions entre les niveaux.

La détection du début d'une unité MUX-PDU par le récepteur doit se faire par corrélation entre le train de bits entrant et le fanion MUX-PDU décrit au présent sous-paragraphe. Lors de la détermination de la somme de corrélation, le dispositif de corrélation doit interpréter les "0" du fanion MUX-PDU comme étant des "-1". Le résultat de la corrélation doit ensuite être comparé à la fois à un seuil de corrélation (CT) et à sa valeur négative (-CT). Le récepteur doit déterminer qu'un fanion a été détecté lorsque le résultat de la corrélation est égal ou supérieur au seuil CT, ou lorsqu'il est inférieur ou égal à -CT. La valeur du seuil CT n'est pas spécifiée dans la présente annexe mais est laissée au choix du responsable de l'implémentation. La structure à alignement d'octets des unités MUX-PDU doit être utilisée pour réduire l'émulation des fanions de synchronisation.

#### B.3.2 Format et codage/décodage des unités de données protocolaires MUX-PDU

Toutes les unités MUX-PDU doivent être conformes au format indiqué sur la Figure B.1.

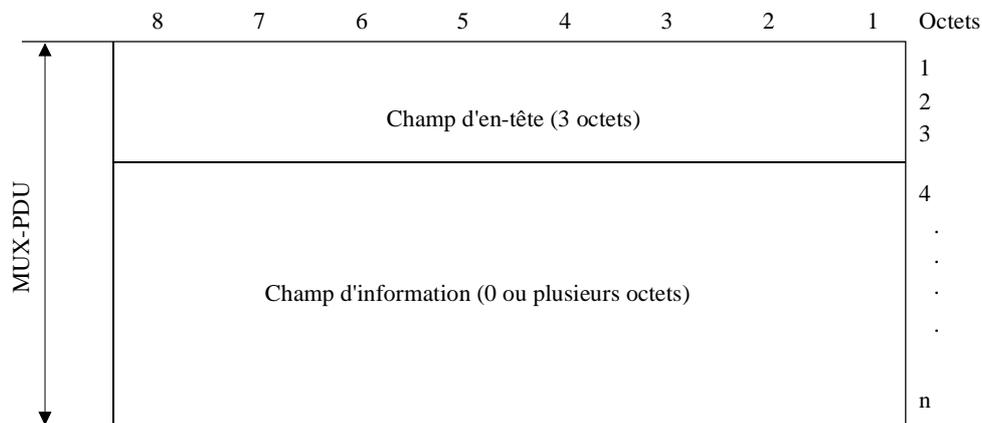


Figure B.1/H.223 – Format des unités MUX-PDU

### B.3.2.1 Champ d'en-tête

Le format de l'en-tête doit être conforme au format représenté à la Figure B.2.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
MPL4	MPL3	MPL2	MPL1	MC4	MC3	MC2	MC1	1
P4	P3	P2	P1	MPL8	MPL7	MPL6	MPL5	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3

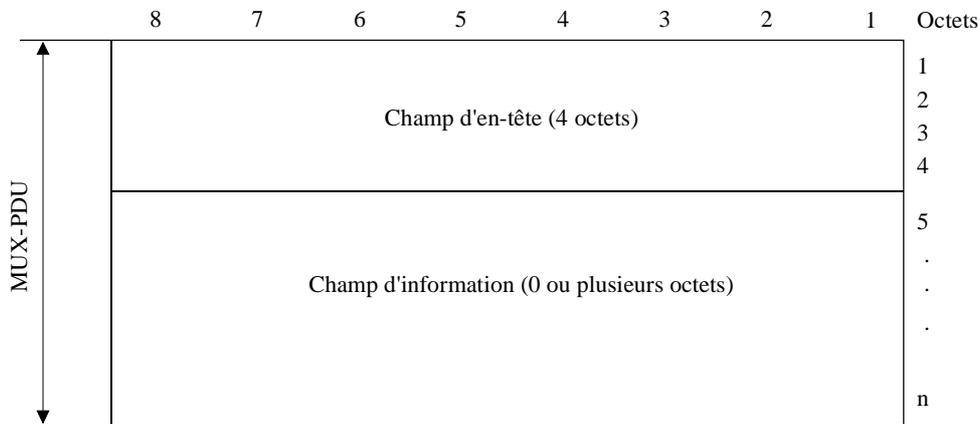
**Figure B.2/H.223 – Format de l'en-tête des unités MUX-PDU**

Les bits MC4 et MPL8 sont respectivement les bits de plus fort poids des champs MC et MPL. Les bits P sont définis dans le B.3.2.1.3.

NOTE – L'ordre des bits dans les champs des Figures B.2 et B.4 n'est pas en conformité avec la convention générale de l'UIT-T H.223.

La présente annexe définit un en-tête facultatif qui offre la capacité d'utiliser l'unité MUX-PDU précédente dont l'en-tête a été altéré par des erreurs survenues sur les voies. La Figure B.3 représente le format de l'unité MUX-PDU en cas d'utilisation de cette option tandis que la Figure B.4 indique le format de l'en-tête facultatif. Celui-ci contient le code de signalisation et de multiplexage du marqueur de paquet de l'en-tête précédent qui appartient à une unité MUX-PDU ne servant pas au bourrage ou à une séquence de bourrage.

Les valeurs de MC' et PM' sont telles qu'indiquées par MC et PM, respectivement, au niveau 0/H.223. Le champ HEC' doit être calculé à partir de MC' selon la procédure décrite au 6.4.1.2. L'utilisation de ce champ facultatif doit être signalée par un message "h223MultiplexReconfiguration.h223ModeChange.toLevel2withOptionalHeader" selon l'UIT-T H.245 et doit être lancé au moyen de la procédure définie au C.6/H.324.



T1602660-97

**Figure B.3/H.223 – Format facultatif des unités MUX-PDU**

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
MPL4	MPL3	MPL2	MPL1	MC4	MC3	MC2	MC1	1
P4	P3	P2	P1	MPL8	MPL7	MPL6	MPL5	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3
HEC' 3	HEC' 2	HEC' 1	MC' 4	MC' 3	MC' 2	MC' 1	PM'	4

**Figure B.4/H.223 – Format de l'en-tête des unités MUX-PDU**

### B.3.2.1.1 Champ de code de multiplexage (MC, *multiplex code*)

Voir 6.4.1.1.

### B.3.2.1.2 Champ de charge utile de multiplexage (MPL, *multiplex payload length*)

Le champ MPL de 8 bits décrit la longueur du champ d'information en octets (voir Figure B.2). La valeur du champ MPL est comprise entre 0 et 254 octets. La valeur 255 ne doit pas être utilisée car elle est réservée pour un usage ultérieur.

### B.3.2.1.3 Champ des bits de parité

Code Golay étendu (24, 12, 8):

le code Golay (23, 12, 7) est un code parfait qui est produit sous sa forme conventionnelle par le polynôme générateur suivant:

$$G = 1 + X^2 + X^4 + X^5 + X^6 + X^{10} + X^{11}$$

Il doit être étendu moyennant l'ajout d'un bit de contrôle de parité globale (paire) en vue de produire un code 1/2 au débit. Les bits de parité P doivent être calculés par l'équation matricielle suivante.

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \\ P12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} MC1 \\ MC2 \\ MC3 \\ MC4 \\ MPL1 \\ MPL2 \\ MPL3 \\ MPL4 \\ MPL5 \\ MPL6 \\ MPL7 \\ MPL8 \end{bmatrix}$$

NOTE – Le symbole T indique la transposition de matrice.

Ce code a une structure systématique. Lorsqu'il n'y a pas d'erreur sur les voies, il est possible d'extraire les données sans qu'un décodage complexe du mot de code soit nécessaire.

### B.3.2.2 Champ d'information

Voir 6.4.2.

### B.3.2.3 Mode de bourrage

En l'absence d'informations disponibles, le mode de bourrage doit être utilisé. Le multiplexage doit indiquer un mode de bourrage de niveau 2 en insérant un fanion de synchronisation de niveau 2 suivi d'un en-tête de niveau 2 (en-tête normal de niveau 2 ou en-tête facultatif décrit au B.3.2.1, selon le mode de fonctionnement). Le champ MPL doit avoir la valeur "00000000" et le champ MC doit être égal à "0000". Si l'en-tête facultatif est utilisé dans le mode de bourrage, il contient le code de signalisation et de multiplexage du marqueur de paquet de l'en-tête précédent qui appartient à une unité MUX-PDU ne servant pas au bourrage ou à une séquence de bourrage. Ce mode de bourrage peut être inséré de manière consécutive un nombre quelconque de fois.

### **B.3.3 Marquage des frontières des unités de données de service MUX-SDU**

Le présent paragraphe remplace le 6.5.

La localisation de tous les champs que le récepteur doit interpréter dans la couche AL ou dans une couche supérieure en mode trame exige la détection des frontières des unités de données de service MUX-SDU au niveau du récepteur. Ce marquage s'effectue comme suit.

Dans le cas de voies logiques non segmentables, le début de chaque unité de données de service MUX-SDU doit coïncider avec un créneau spécifié dans une structure MultiplexElement déterminée de type logicalChannelNumber (voir l'UIT-T H.245), et la fin doit être marquée par le plus proche des deux champs binaires suivants, soit le champ repeatCount spécifié, soit le fanion de fermeture de l'unité MUX-PDU considérée. La longueur réelle de l'unité de données de service MUX-SDU peut être inférieure à celle du créneau, à condition que l'unité de données protocolaire MUX-PDU en cours se termine par un fanion de fermeture immédiatement après l'unité de données de service MUX-SDU. Etant donné que la taille de chaque unité MUX-SDU est variable, il est possible de définir de multiples valeurs du tableau de multiplexage correspondant aux différentes longueurs possibles des unités MUX-SDU, afin de pouvoir mélanger ces mêmes unités MUX-SDU avec les octets des autres voies logiques. Il est à noter que les définitions données ici ainsi que les conditions précisées dans l'UIT-T H.245 supposent que l'on est autorisé à placer plusieurs unités MUX-SDU d'une voie logique non segmentable dans une unité MUX-PDU, mais seulement lorsque le récepteur distant a indiqué la capacité étendue de multiplexage.

Dans le cas de voies logiques segmentables, chaque unité de données de service MUX-SDU peut être scindée en segments et ces segments peuvent être transférés à l'intérieur d'une ou de plusieurs unités de données protocolaires MUX-PDU. Un fanion de fermeture à complément à 1 doit être utilisé pour indiquer que le dernier octet de l'unité MUX-PDU précédente était l'octet final de l'unité MUX-SDU de fin. Du fait de cette procédure, une et une seule unité MUX-SDU segmentable peut se terminer à l'intérieur d'une unité de données protocolaire MUX-PDU; dès que la fin d'une quelconque unité MUX-SDU provenant d'une voie logique segmentable est atteinte, la fin de l'unité MUX-PDU doit être marquée par un fanion de fermeture à complément à 1. Dans toutes les autres circonstances le fanion complémenté à 1 ne doit pas être utilisé. Autre conséquence de cette procédure, une unité MUX-PDU ne contient jamais d'octets provenant de deux unités de données de service MUX-SDU différentes de la même voie logique segmentable.

## **ANNEXE C**

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

#### **C.1 Généralités**

La présente annexe spécifie le protocole de niveau 3 des extensions de l'UIT-T 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 l'UIT-T H.324. La présente annexe modifie la couche multiplex ainsi que la couche d'adaptation spécifiées dans l'UIT-T H.223.

#### **C.2 Acronymes**

La présente annexe utilise les acronymes suivants:

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 multiplex (MUX)

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

#### 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 (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.

### 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 transporter 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 multiplex, 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 l'UIT-T 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, 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, 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): 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 cette Recommandation.

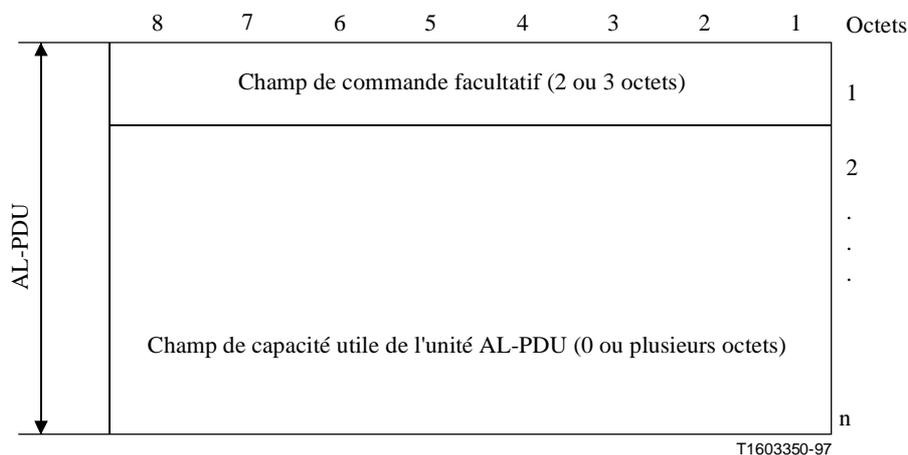
#### **C.4.1.3 Fonctions de la couche AL1M**

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 l'UIT-T H.245.

A la différence de la couche AL1 décrite dans l'UIT-T H.223, l'unité AL-SDU n'est pas toujours directement mappée avec la capacité utile de l'unité AL-PDU (voir 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:

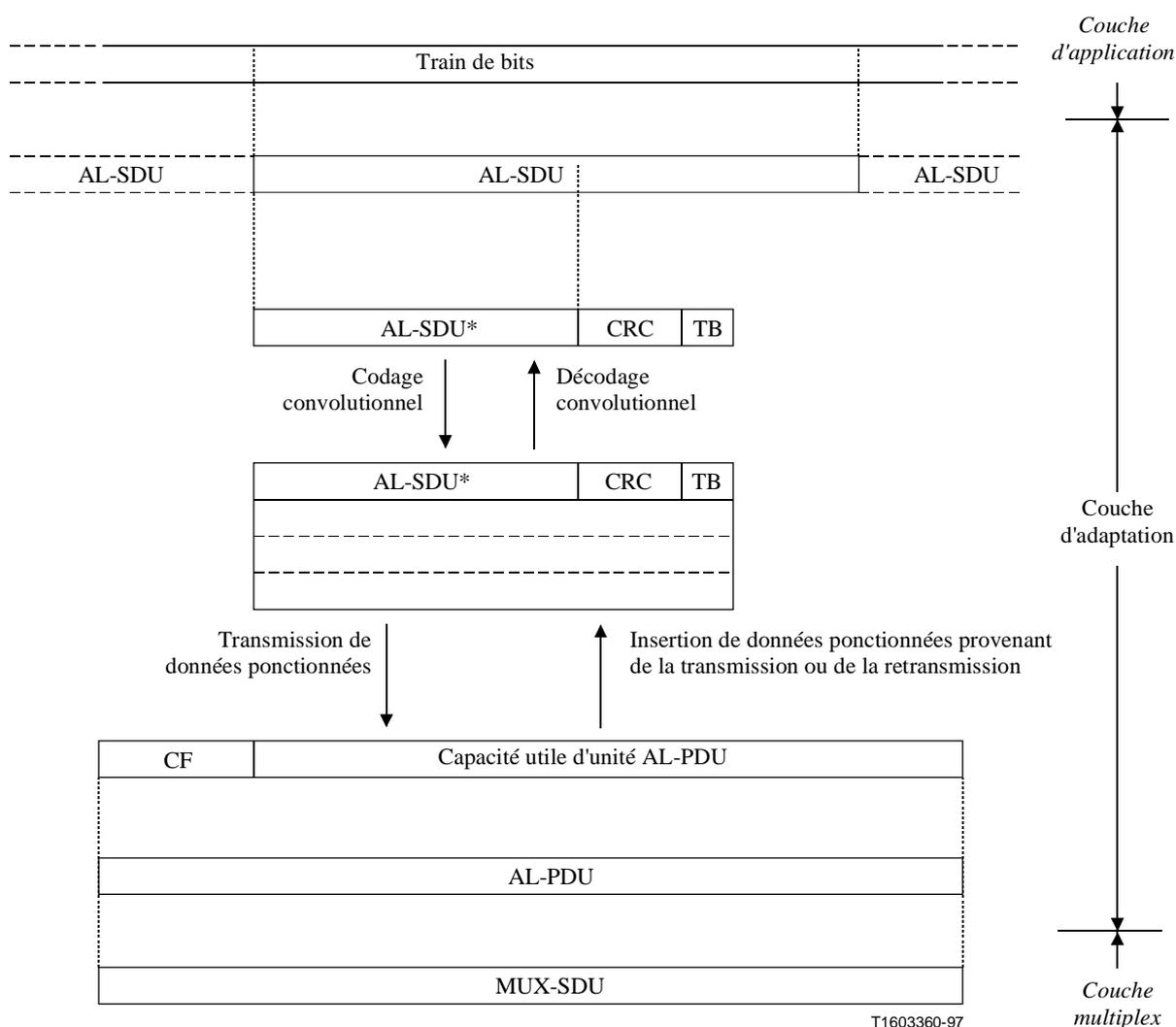
- FEC\_ONLY: dans ce mode, une unité AL-SDU\* dotée de bits de queue (TB, *tail bits*)<sup>1</sup> obligatoires et d'un code de redondance cyclique CRC est codé en RCPC avec un débit de codage  $r \leq 1,0$ . L'unité AL-PDU obtenue comprend uniquement un champ de capacité utile AL-PDU. Le mode de fonctionnement 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 sont ajoutés à l'unité AL-SDU\*. Ce nouveau champ est codé au moyen du code convolusionnel 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.

<sup>1</sup> Les bits de queue sont nécessaires en raison de l'utilisation du système de correction d'erreur avec des codes convolusionnels. 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 d'implémentation du système n'est donc pas décrit.

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.



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

#### C.4.1.5 Champ de commande (CF, *control field*)

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, *control error code*). 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	Octets
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	Octets
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 l'UIT-T 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 I.2
Code EGolay (24, 12, 8)	10	B.3.2.1.3

#### 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 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 1 – L'ordre des bits dans les champs des Figures C.3 et C.4 n'est pas conforme à la convention générale de l'UIT-T 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 EGolay est telle que décrite au B.3.2.1.3 permettant de calculer la valeur du champ CEC par l'équation suivante:

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

NOTE 2 – Le symbole T indique une transposition de matrice.

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

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \\ RN \\ X \end{bmatrix}$$

Les récepteurs de la couche ALIM conformes à l'UIT-T 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 l'UIT-T 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 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 capacités défini dans l'UIT-T 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 AL1M. Au niveau du récepteur de la couche AL1M, la longueur de l'unité AL-SDU\*  $t$  est évaluée selon l'équation suivante:

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

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

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

Dans cet exemple:

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

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

Le champ CRC offre une capacité de détection d'erreur. Il est ajouté à l'unité AL-SDU\* 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.

Description des polynômes du champ CRC:

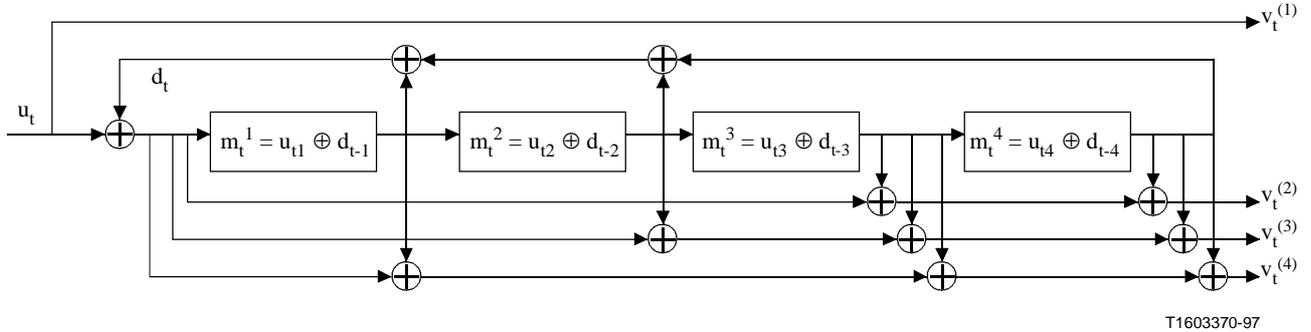
- champ CRC de 4 bits:  $x^4 + x^3 + x^2 + 1$ ;
- champ CRC de 12 bits:  $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$ ;
- 20-bit CRC:  $x^{20} + x^{19} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$ ;
- champ CRC de 28 bits:  $x^{28} + x^{27} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$ .

#### C.4.1.7.3 Codeur convolutionnel systématique

Le codeur de voie 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 convolusionnel.

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 convolusionnel 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  $\underline{\mathbf{m}}_t = (m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4)$ :

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

avec  $\underline{\mathbf{m}}_1 = (m_1^1, m_1^2, m_1^3, m_1^4) = (0, 0, 0, 0) = \underline{\mathbf{0}}$

L'état initial doit toujours être  $\underline{\mathbf{0}}$ , 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  $\underline{\mathbf{m}}_n = \underline{\mathbf{0}}$  (terminaison) dépend du dernier état  $\underline{\mathbf{m}}_{n-3}$  (état après l'introduction du dernier bit d'information  $u_{n-4}$ ). La séquence de terminaison pour chaque état décrit par  $\underline{\mathbf{m}}_{n-3}$  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  $\underline{m}_{n-3} = (m_{n-3}^1, m_{n-3}^2, m_{n-3}^3, m_{n-3}^4)$ .

$$\begin{aligned}
 u_{n-3} = d_{n-3} &= m_{n-3}^4 \oplus m_{n-3}^2 \oplus m_{n-3}^1 \\
 u_{n-2} = d_{n-2} &= m_{n-2}^4 \oplus m_{n-2}^2 \oplus m_{n-2}^1 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1 \oplus 0 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1 \\
 u_{n-1} = d_{n-1} &= m_{n-1}^4 \oplus m_{n-1}^3 \oplus m_{n-1}^2 = m_{n-3}^2 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^2 \\
 u_n = d_n &= m_{n-3}^1 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^1
 \end{aligned}$$

**Tableau C.3/H.223 – Bits de queue pour le code convolutionnel 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											
$P_r(1)$	FF											
$P_r(2)$	EA	EE	FE	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, la largeur  $a$  et la hauteur  $b$  de cette matrice d'entrelacement des blocs peuvent être calculées de la manière suivante:

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

$$b = l_v / a$$

$b$  représentant la distance après l'entrelacement entre deux bits adjacents dans l'unité AL-PDU.

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 l'unité AL-PDU entière.

Le processus d'entrelacement de blocs de largeur  $a$  et de hauteur  $b$  est le suivant:

- 1) préparer un tampon rectangulaire ayant  $a$  colonnes et  $b$  lignes;
- 2) les données d'entrée sont inscrites dans le tampon, du coin supérieur gauche au coin inférieur droit, ligne par ligne, bit par bit;
- 3) les données de sortie sont lues dans le tampon, du coin supérieur gauche au coin inférieur droit, ligne par ligne, bit par bit.

Ceci est représenté par la formule suivante:

$x_i$ :  $i$ ème bit d'entrée dans la matrice d'entrelacement.  $i = 0 \dots N - 1$ ,

$y_j$ :  $j$ ème bit de sortie de la matrice d'entrelacement.  $j = 0 \dots N - 1$ ,

$y_j = x_i$ , où  $i = (j \bmod b) \cdot a + \lceil j/b \rceil$ .

$N$  est le nombre de bits entrés dans la matrice d'entrelacement,  $\lceil x \rceil$  est le plus grand entier inférieur ou égal à  $x$ .

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

### C.4.1.9.1 Codage

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

- 1) calcul de la longueur de l'AL-PDU  $l_v$  comme indiqué au C.4.1.7.1 et du premier débit requis dans le message OpenLogicalChannel de l'UIT-T H.245;
- 2) ajout d'un champ CRC de la longueur requise dans le message OpenLogicalChannel de l'UIT-T H.245;
- 3) en raison 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  $[l_v - l_h]$  bits (longueur de capacité utile AL-PDU) de la mémoire tampon, en commençant par le début de la mémoire tampon et 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) le champ de commande (CF) ne doit pas être utilisé si le mode ARQ, signalé dans le message H.245, est mis à "noArq";
- 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 l'UIT-T H.245 l'a exigé.

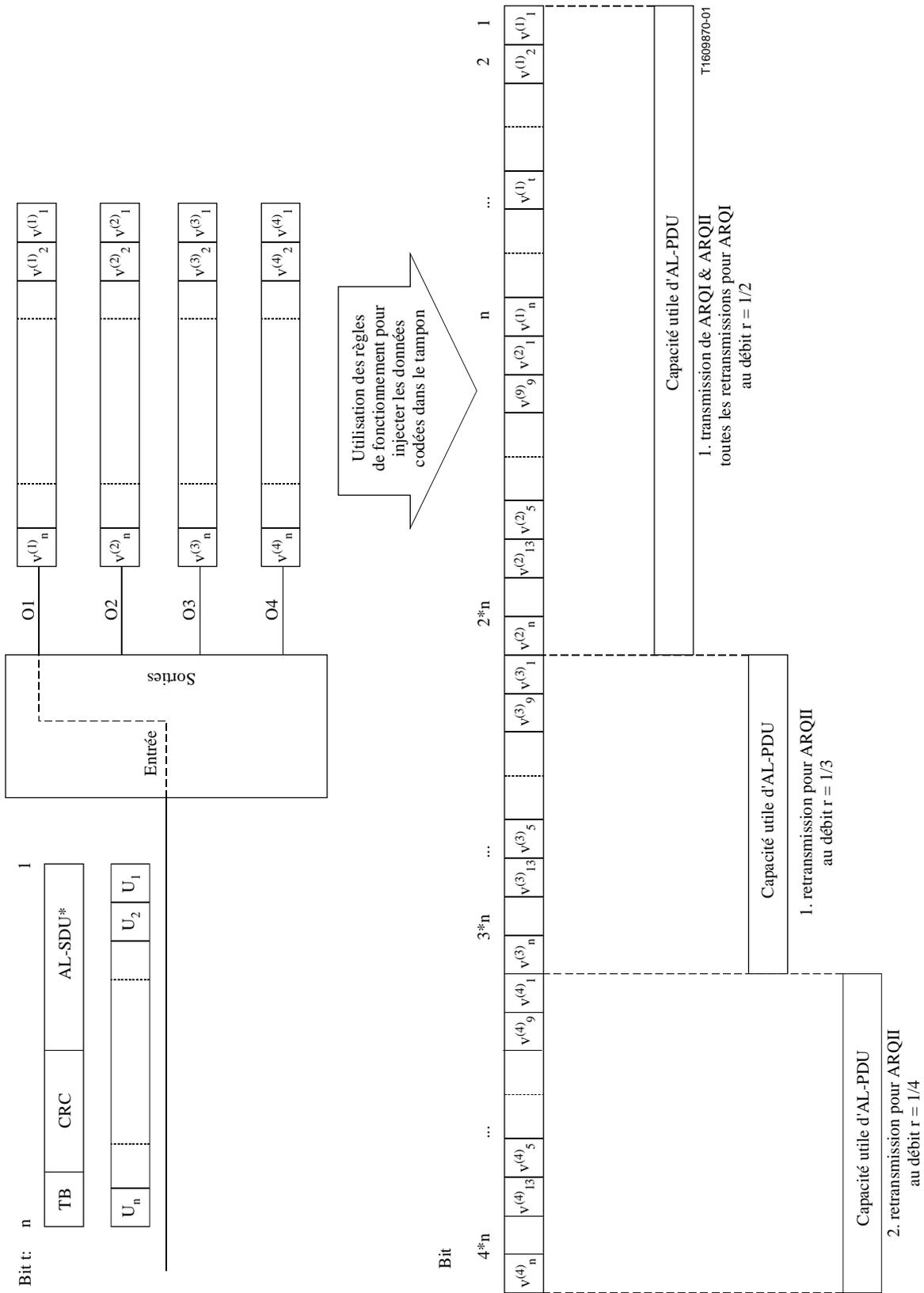
Ces opérations sont valables pour les modes FEC\_ONLY, ARQI et ARQII. Si FEC\_ONLY est utilisé, aucune retransmission n'est possible.

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: si  $V^j(S) = 0$ , l'étape 6 de la procédure de codage du présent paragraphe est exécutée. Sinon, l'émetteur peut choisir toute longueur, à condition qu'elle soit un nombre entier d'octets, de charge utile d'unité AL-PDU. Cette charge utile sera extraite du tampon linéaire dans un ordre consécutif.

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**

#### C.4.1.9.2 Implémentation possible de la procédure de mappage

Le mappage de la matrice temporaire sur le tampon linéaire est fait par les règles du Tableau de ponctionnement C.4 qui indique l'ordre exact d'extraction de la matrice temporaire. Le Tableau C.5 correspond à cet ordre pour les sorties 2, 3 et 4.

**Tableau C.5/H.223 – Ordre d'extraction pour les sorties 2, 3 et 4 de la matrice temporaire de la Figure C.7**

Numéro de colonne	1	2	3	4	5	6	7	8
Ordre d'extraction	1	5	3	7	2	6	4	8

Le remplissage du tampon linéaire se fait de la manière suivante:

- 1) la première ligne de sortie du codeur convolutionnel est inscrite directement dans le tampon linéaire;
- 2) les colonnes de la sortie 2 de la matrice temporaire sont inscrites dans le tampon linéaire au moyen du Tableau C.5. Pour cela tous les bits de la colonne 1 sont d'abord extraits de haut en bas et mis dans le tampon linéaire, la colonne 5 les suivant et ainsi de suite. Lorsque toutes les colonnes sont extraites, la procédure de mappage est poursuivie avec la sortie 3;
- 3) les colonnes de la sortie 3 de la matrice temporaire sont inscrites dans le tampon linéaire au moyen du Tableau C.5. Pour cela, tous les bits de la colonne 1 sont d'abord lus de haut en bas et placés dans le tampon linéaire, la colonne 5 les suivant et ainsi de suite. Lorsque toutes les colonnes sont extraites, la procédure de mappage est poursuivie avec la sortie 4;
- 4) les colonnes de la sortie 4 de la matrice temporaire sont inscrites dans le tampon linéaire au moyen du Tableau C.5. Pour cela, tous les bits de la colonne 1 sont d'abord lus de haut en bas et placés dans le tampon linéaire, la colonne 5 les suivant et ainsi de suite. Lorsque toutes les colonnes sont extraites, la procédure de mappage est terminée.

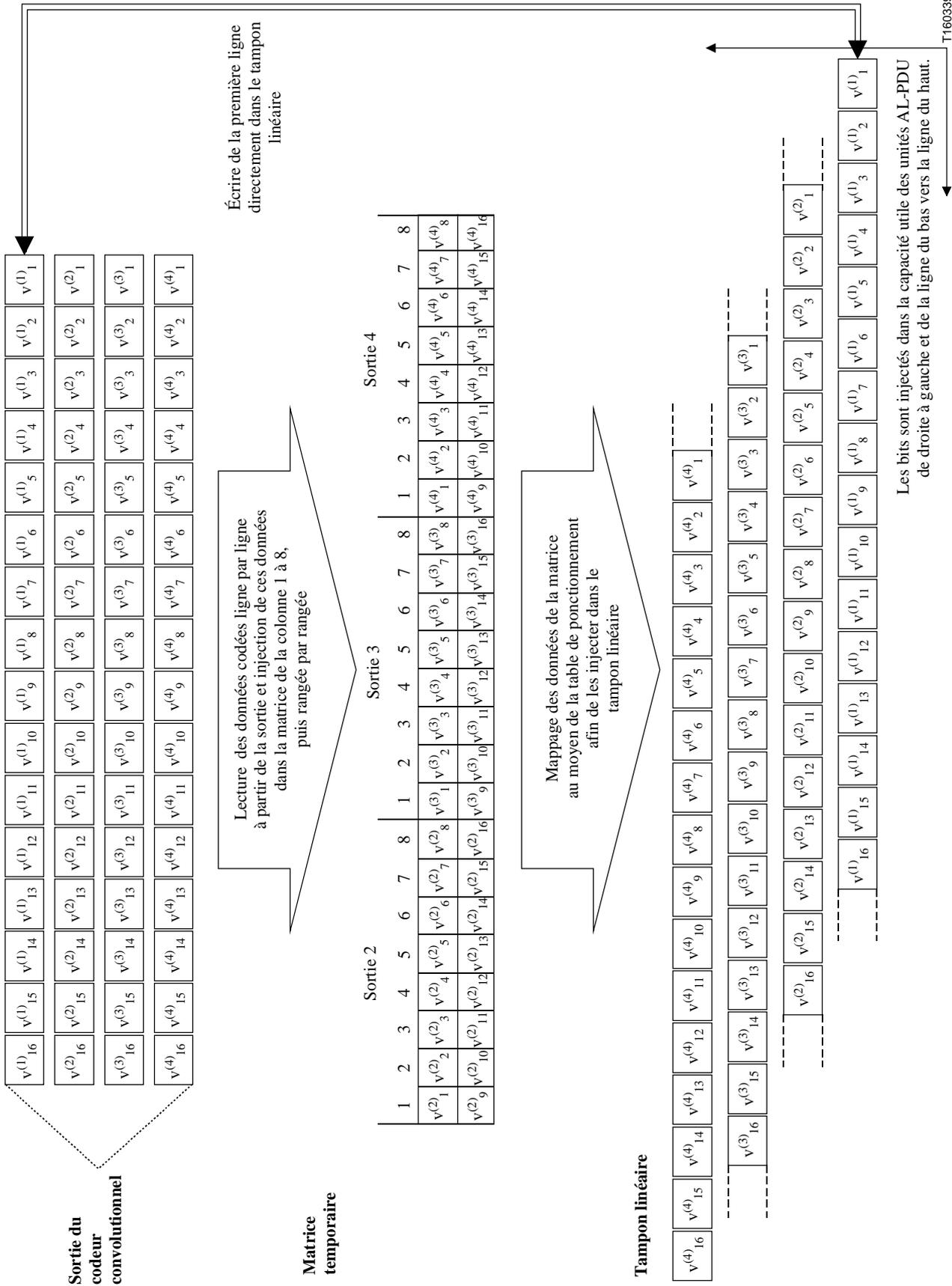
#### C.4.1.9.3 Exemple

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;
- $l_{mémoire\ tampon} = 4 \times 16$  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.



**Figure C.7/H.223 – Ordonnement des flux binaires des données codées**

#### **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 convolutionnel. 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 convolutionnel.

Après le codage convolutionnel, 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 l'UIT-T 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 au moyen de la couche AL1M et non de la couche AL3.

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

Le présent paragraphe décrit les deux procédures de retransmission ARQI et ARQII. Les procédures propres à l'émetteur définies dans le présent paragraphe doivent être employées en présence d'un champ de commande. Les procédures propres au récepteur définies dans le présent 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  $2^5 - 1$  ou  $2^{10} - 1$ . La longueur du champ de numéro de séquence (SN) est définie dans le message OpenLogicalChannel selon l'UIT-T 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 L-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 l'UIT-T 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 UIT-T 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 l'UIT-T 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) transporte 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 la voie logique inverse a été établie selon la procédure définie dans l'UIT-T 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 protocolaire 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 protocolaire 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  $RN$  qui contient un bit. Si la parité est différente,  $V^j(S)$  est décrétementée 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 protocolaire 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 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 supprime 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 protocolaires 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 voies fortement exposées 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 de la voie 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 présente Recommandation.

### 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 l'UIT-T H.245.

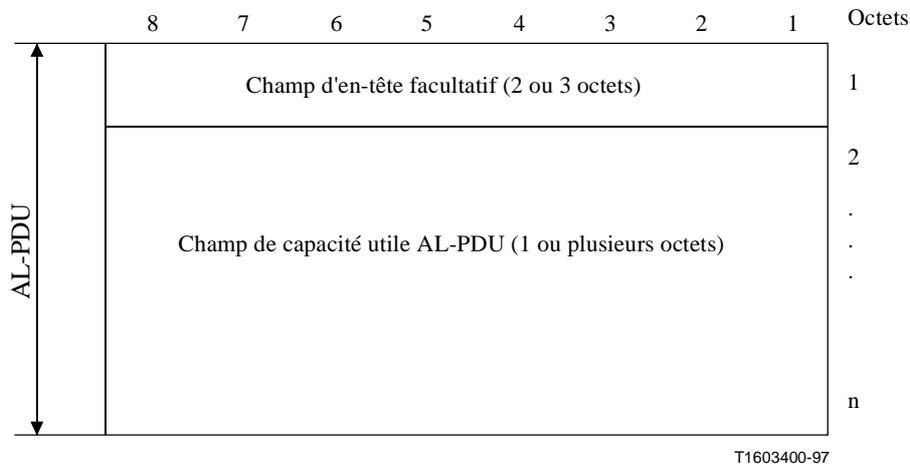


Figure C.8/H.223 – Format de l'unité AL-PDU pour la couche AL2M

#### 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 contrôle d'erreur dans l'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	Octets
	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	Octets
	P4	P3	P2	P1	SN12	SN11	SN10	SN9	1 2
	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	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 protocolaires 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 l'UIT-T H.223 doivent être en mesure de recevoir et d'interpréter les unités de données protocolaires 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 l'UIT-T 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 contrôle d'erreur dans l'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:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \end{bmatrix}$$

#### 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 l'UIT-T 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'une voie logique utilisant la couche AL2M est ouverte conformément à la procédure définie dans l'UIT-T 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 cette voie 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 ARQ, et n'utilisera le 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.

## **ANNEXE D**

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

#### **D.1 Généralités**

La présente annexe spécifie un protocole optionnel de niveau 3 pour les extensions mobiles H.223. De façon à conserver la compatibilité, les caractéristiques principales du protocole de niveau 3 (Annexe C) doivent être incluses.

#### **D.2 Acronymes**

La présente annexe utilise les acronymes suivants:

- ARQ demande de répétition automatique (*automatic repeat request*)  
CF champ d'en-tête de commande (*control header field*)  
CRC contrôle de redondance cyclique (*cyclic redundancy check*)  
FEC correction d'erreur directe (*forward error correction*)  
SRS (code de) Reed-Solomon raccourci [*shortened Reed-Solomon (code)*]

#### **D.3 Spécification de couche multiplex (MUX)**

Voir C.3.

## D.4 Couche d'adaptation

### D.4.1 Couche AL1M

#### D.4.1.1 Cadre de la couche AL1M

Voir C.4.1.1.

#### D.4.1.2 Primitives échangées entre couches AL1 et AL1M

Voir C.4.1.2.

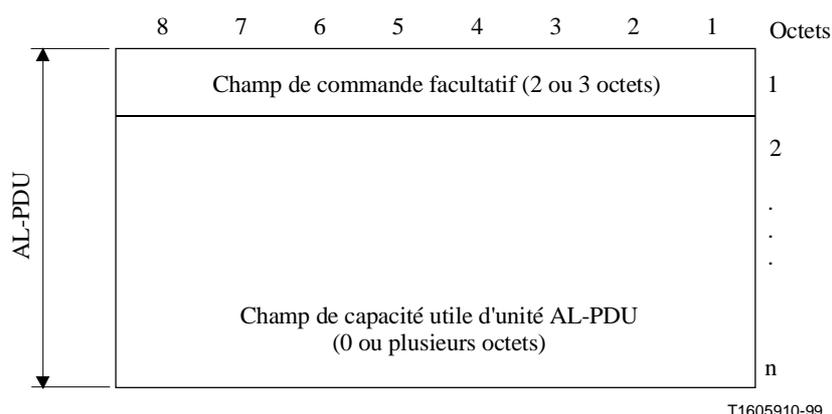
#### D.4.1.3 Fonctions de la couche AL1M

La couche AL1M offre les fonctions suivantes:

- détection et indication facultatives d'erreur;
- numérotation facultative de séquence;
- correction d'erreur directe facultative;
- prise en charge facultative de la retransmission via ARQI<sup>3</sup>;
- fragmentation facultative des unités AL-SDU pour les trames verrouillées.

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

Le format de la couche AL1M est décrit par la Figure D.1.



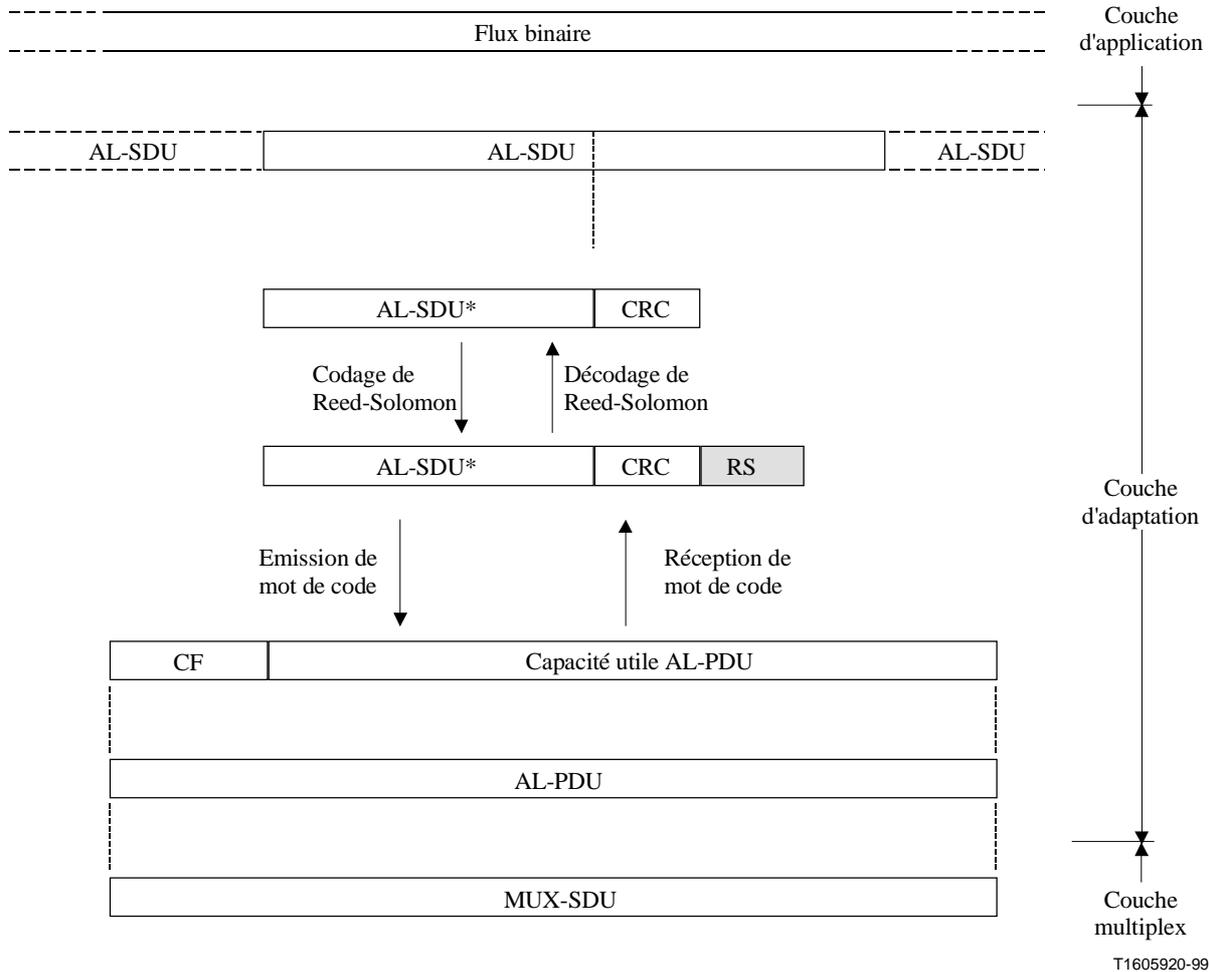
**Figure D.1/H.223 – Format de l'unité AL-PDU de la couche AL1M**

La capacité utile d'une unité AL-PDU doit consister soit en une unité I-PDU soit en une unité S-PDU. Si une unité S-PDU est émise, la longueur de la capacité utile d'unité AL-PDU est égale à 0; sinon, il s'agit d'une unité I-PDU. Dans les descriptions suivantes, on part du principe que la capacité utile d'une unité AL-PDU est une unité I-PDU, sauf indication contraire. La longueur maximale des unités AL-PDU qu'un récepteur de couche AL1M peut accepter doit être signalée lors de l'échange de capacités H.245.

Contrairement à la couche AL1 de l'UIT-T H.223, l'unité AL-SDU n'est pas toujours mappé directement sur la capacité utile de l'unité AL-PDU (voir Figure D.2). La couche d'application (utilisateur AL1) transfère ses données dans la couche d'adaptation au moyen d'unités AL-SDU. La couche d'adaptation forme ses propres unités AL-SDU\* à partir des AL-SDU reçues. La longueur

<sup>3</sup> Noter que la correction ARQII n'est pas prise en charge.

des AL-PDU peut être calculée selon la procédure indiquée au D.4.1.7.1. L'unité AL-PDU est constituée de la capacité utile d'unité AL-PDU et du champ de commande (CF, *control field*) facultatif.



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

Le protocole de protection contre les erreurs permet à la couche AL1M d'exploiter les deux modes suivants:

**FEC\_ONLY** Dans ce mode, une unité AL-SDU\* contenant un CRC est codée en Reed-Solomon à un débit de code  $r \leq 1.0$ . La longueur de l'unité AL-SDU\* doit être inférieure à  $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$ . L'unité AL-PDU résultante se compose seulement d'un champ de capacité utile d'unité AL-PDU. Le mode de fragmentation n'est pas pris en charge. Dans ce mode, aucune retransmission n'est possible.

**ARQ** Si le mode est réglé à ARQI (qui est le seul mode ARQ pris en charge), il est possible de demander des retransmissions.

Lorsque le mode ARQI est utilisé, chaque (re)transmission doit contenir les mêmes données codées. L'unité AL-PDU de chaque retransmission du même numéro de séquence (SN) doit donc contenir le même nombre d'octets.

#### **D.4.1.5 Champ de commande (CF)**

Voir C.4.1.5.

#### D.4.1.6 Procédures de fragmentation d'une unité AL-SDU (mode de fractionnement)

Ce n'est que dans le mode de transfert verrouillé que la couche d'adaptation peut fragmenter l'unité AL-SDU en une ou plusieurs unités AL-SDU\* si l'emploi de cette procédure de fragmentation est signalée dans le message OpenLogicalChannel. Cette procédure est obligatoire pour le récepteur. Si l'unité AL-SDU est plus longue que  $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$  octets, l'émetteur doit appliquer cette procédure de fragmentation. Si l'unité AL-SDU est plus courte que  $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$  octets, l'émetteur peut appliquer cette procédure de fragmentation.

Chaque unité AL-SDU\* est émise comme indiqué en D.4.1.7. Pour identifier la fin d'une unité AL-SDU, la dernière AL-SDU\* de l'unité AL-SDU doit être marquée en mettant le champ RN au "1" logique; sinon, le champ RN doit être mis à "0".

#### D.4.1.7 Procédures de codage et de décodage de la capacité utile d'unité AL-PDU

Voir C.4.1.7.

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

Les paramètres suivants sont indiqués:

- $l_v$  longueur d'unité AL-PDU en bits;
- $t$  longueur d'unité AL-SDU\* en bits;
- $e_{target}$  aptitude à la correction du code SRS en octets;
- $l_h$  longueur du champ d'en-tête de commande (CF) en bits;
- $l_{CRC}$  longueur du champ de contrôle de redondance cyclique (CRC) en bits.

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

$$l_v = l_h + t + l_{CRC} + 16e_{target} \quad (D-1)$$

Les paramètres  $l_v$ ,  $t$  et  $l_{CRC}$  doivent être alignés en octets. L'équation (D-1) doit être utilisée par l'émetteur de la couche AL1M. Dans le récepteur AL1M, la longueur de l'unité AL-SDU\*  $t$  doit être évaluée par l'équation suivante:

$$t = l_v - l_h - l_{CRC} - 16e_{target} \quad (D-2)$$

Ces deux équations doivent être calculées en octets, comme illustré par l'exemple suivant:

##### exemple

La couche AL1M souhaite émettre une unité AL-SDU\* de  $t = 376$  bits (47 octets),  $e_{target} = 2$ ,  $l_h = 24$  bits (3 octets),  $l_{CRC} = 16$  bits (2 octets). L'application de l'équation (D-1) montre que la longueur de l'unité AL-PDU est  $l_v = 56$  octets. On peut évaluer le débit instantané  $r_{result}$  par l'équation suivante:

$$r_{result} = \frac{t + l_{CRC}}{l_v - l_h} \quad (D-3)$$

Dans cet exemple,  $r_{result} = \frac{49}{53} \approx 0,9245$ .

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

Le contrôle CRC permet de détecter les erreurs dans une unité AL-SDU\* entière. Cependant, comme aucun CRC ne peut être utilisé, ce code est ajouté à la fin de l'unité AL-SDU\* avant l'application de la procédure de codage pour correction d'erreur. Le CRC est utilisé par le récepteur AL1M pour

vérifier si la tentative de décodage de l'algorithme de correction d'erreur est exempte d'erreurs. Les longueurs CRC de 8, 16 et 32 bits sont prises en charge. La longueur du champ de contrôle CRC doit être spécifiée au cours de la procédure H.245 OpenLogicalChannel.

Description des polynômes de contrôle CRC:

- a) CRC 8 bits: voir 7.3.3.2.3;
- b) CRC 16 bits: voir 7.4.3.2.3;
- c) CRC 32 bits: voir 8.1.1.6.2/V.42.

#### D.4.1.7.3 Codeur Reed-Solomon raccourci

Le codage des voies fait appel à un codeur Reed-Solomon raccourci (SRS, *shortened Reed-Solomon*) avec capacité de correction  $e_{target}$ , où la valeur  $e_{target}$  peut être sélectionnée par un entier arbitraire répondant à la relation  $0 \leq 2e_{target} \leq 255 - (t + l_{CRC})/8$ , où  $t$  et  $l_{CRC}$  indiquent respectivement la longueur d'unité AL-SDU\* et la longueur du code CRC. Dans l'unité émettrice ALIM, la capacité utile d'unité AL-PDU est produite par codage Reed-Solomon du champ concaténé de l'unité AL-SDU\* et du champ CRC. Le codage de Reed-Solomon du champ CRC commence par le terme d'ordre supérieur du polynôme représentant le champ CRC. Dans l'entité réceptrice ALIM, la concaténation d'unité AL-SDU\* et de champ CRC peut être reconstruite par décodage de Reed-Solomon. Comme ce code est systématique, le récepteur peut également extraire directement du flux binaire l'unité AL-SDU\* protégée par CRC sans décodage de Reed-Solomon. Le code SRS défini dans le champ de Galois  $GF(2^8)$  est produit par un polynôme générateur  $g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2) \dots (x - \alpha^{2e_{target}})$ , dans lequel  $\alpha^i (0 \leq i \leq 254)$  indique une racine du polynôme primitif  $m(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ . Le Tableau II.1 montre des représentations d'octuplets binaires pour  $\alpha^i$ . Une réalisation de registre à décalage est représentée sur la Figure D.3.

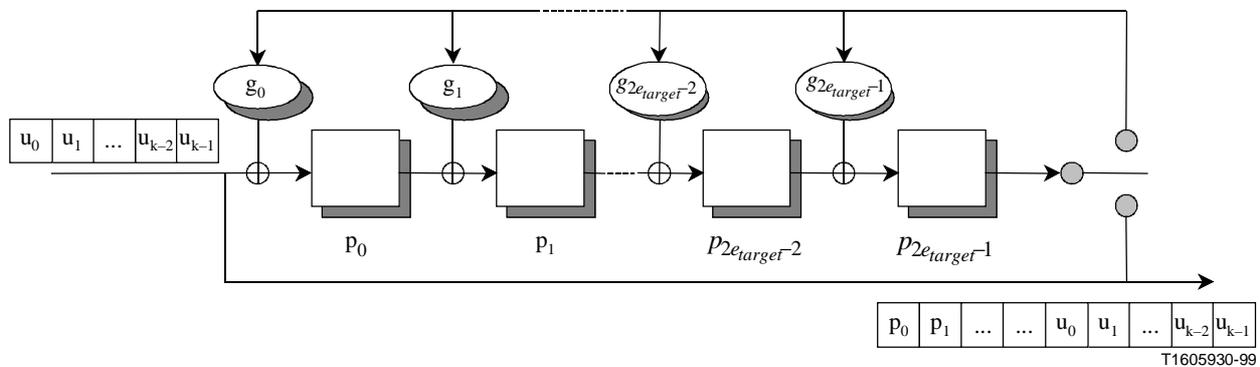


Figure D.3/H.223 – Réalisation de registre à décalage pour codeur de Reed-Solomon

Chaque élément de la séquence de message  $u = (u_{k-1}, u_{k-2}, \dots, u_1, u_0)$  correspond en octets à chaque élément d'unité AL-SDU\* et de contrôle CRC. Le polynôme de contrôle de parité  $p(x)$  est calculé comme suit:

$$\begin{aligned}
 p(x) &= x^{2e_{target}} \cdot u(x) \bmod g(x) \\
 &= p_{2e_{target}-1}x^{2e_{target}-1} + p_{2e_{target}-2}x^{2e_{target}-2} + \Lambda + p_1x + p_0
 \end{aligned}
 \tag{D-4}$$

où  $u(x)$  indique le polynôme de message, défini par:

$$u(x) = u_{k-1}x^{k-1} + u_{k-2}x^{k-2} + \Lambda + u_1x + u_0
 \tag{D-5}$$

D'après (D-4) et (D-5), le polynôme de code est donné par:

$$c(x) = u_{k-1}x^{2e_{target}+k-1} + u_{k-2}x^{2e_{target}+k-2} + \Lambda + u_1x^{2e_{target}+1} + u_0x^{2e_{target}} + p_{2e_{target}-1}x^{2e_{target}-1} + p_{2e_{target}-2}x^{2e_{target}-2} + \Lambda p_1x + p_0 \quad (D-6)$$

**Exemple**

- $e_{target} = 2$
- $u = (u_2, u_1, u_0) = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231})$
- $l_{CRC} = 8$

Dans cet exemple, on suppose que  $u_2$ , et  $u_1$  sont l'unité AL-SDU\* et  $u_0$  le code CRC. Conformément à la procédure du 7.3.3.2.3, le polynôme  $b(x)$  du CRC est donné par:

$$b(x) = x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1 \quad (D-7)$$

On obtient alors  $u_0 = \alpha^{231}$ .

Le polynôme générateur  $g(x)$  est donné par:

$$g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2)(x - \alpha^3)(x - \alpha^4) = x^4 + \alpha^{76}x^3 + \alpha^{251}x^2 + \alpha^{81}x + \alpha^{10} \quad (D-8)$$

Chaque élément de la séquence de message  $u = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231})$  correspond en octets à celui de l'unité AL-SDU\* et du contrôle CRC. Le polynôme de contrôle de parité  $p(x)$  est ensuite calculé comme suit:

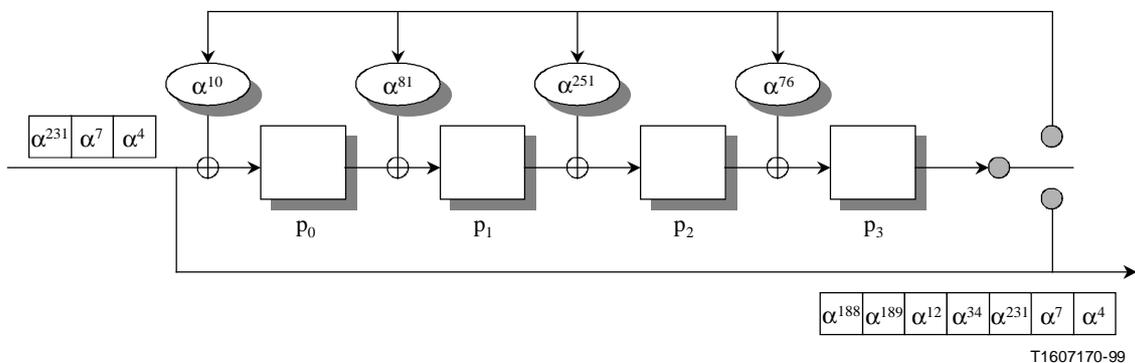
$$p(x) = x^4(\alpha^4x^2 + \alpha^7x + \alpha^{231}) \text{ mod } g(x) = \alpha^{34}x^3 + \alpha^{12}x^2 + \alpha^{189}x + \alpha^{188} \quad (D-9)$$

D'après (D-8) et (D-9), le polynôme de code est donné par:

$$c(x) = \alpha^4x^6 + \alpha^7x^5 + \alpha^{231}x^4 + \alpha^{34}x^3 + \alpha^{12}x^2 + \alpha^{189}x + \alpha^{188} \quad (D-10)$$

On obtient donc la séquence de code  $c = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231}, \alpha^{34}, \alpha^{12}, \alpha^{189}, \alpha^{188})$ .

La Figure D.4 montre une réalisation de registre à décalage de cet exemple.



**Figure D.4/H.223 – Exemple de codeur de Reed-Solomon ( $e_{target} = 2$ )**

#### D.4.1.8 Procédure de codage d'unité AL-SDU\* (I-PDU) en unité AL-PDU

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

- 1) le CRC de longueur requise dans le champ de message OpenLogicalChannel H.245 doit être ajouté à la fin de l'unité AL-SDU\*;
- 2) on obtient les données codées en faisant passer l'unité AL-SDU\* plus le CRC par le codeur de Reed-Solomon;
- 3) pendant la première transmission, on lit le terme d'ordre supérieur du polynôme de code (par exemple  $u_{k-1}$  dans la Figure D.3). Le premier octet de la sortie (par exemple  $u_{k-1}$  dans la Figure D.3) est le premier octet du champ de capacité utile de l'unité AL-PDU;
- 4) si nécessaire (selon l'indication contenue dans le message OpenLogicalChannel H.245), le champ de commande (CF) est ajouté au début de l'unité AL-PDU.

Ces étapes sont valides pour les modes FEC\_ONLY et ARQI.

La Figure D.5 illustre les procédures de codage de la couche AL1M du côté émetteur.

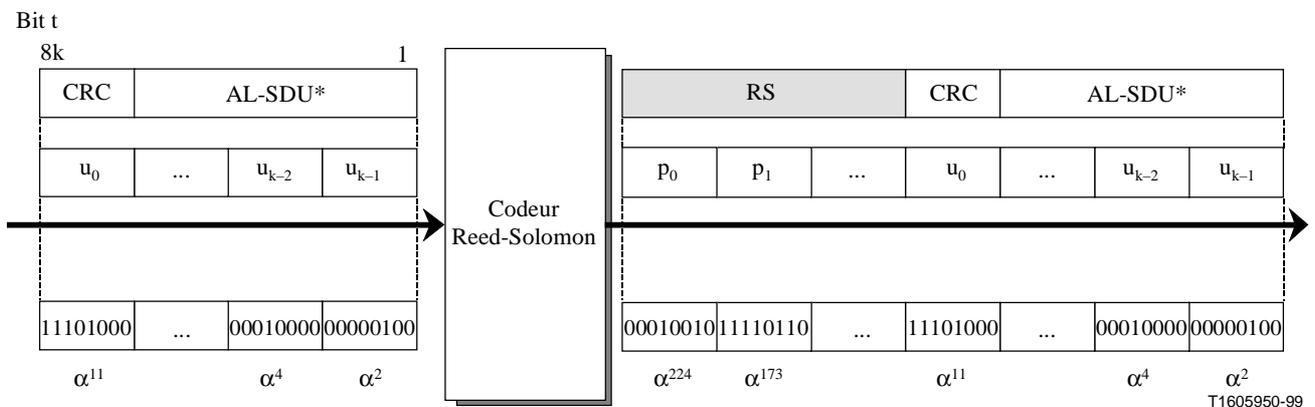


Figure D.5/H.223 – Procédure de codage de la couche AL1M du côté émetteur

#### D.4.1.9 Décodage de la capacité utile d'unité AL-PDU (I-PDU)

Le récepteur peut vérifier les symboles systématiques qui sont reçus avant de décoder les séquences de Reed-Solomon. Si le contrôle CRC échoue, un décodage de Reed-Solomon de type quelconque peut être effectué.

Après le décodage de Reed-Solomon, le CRC peut être utilisé afin de vérifier l'exactitude de l'essai de décodage. Si le contrôle CRC échoue, une autre retransmission peut être demandée ou les données erronées peuvent être communiquées à l'utilisateur de la couche AL1M avec une indication d'erreur appropriée (EI). Si la correction d'erreur échoue, le récepteur peut utiliser les symboles d'information décodés ou les symboles systématiques avant d'effectuer le décodage de Reed-Solomon des données reçues dans l'unité AL-SDU\*. On peut là encore communiquer les données erronées à l'utilisateur AL1M, assorties d'un message EI.

Si la procédure de retransmission ARQI est utilisée, chaque retransmission donne les mêmes données que la précédente. Après chaque tentative de décodage, le résultat de décodage peut être vérifié par le CRC.

#### D.4.1.10 Procédures d'abandon

Voir C.4.1.11.

#### D.4.1.11 Procédures de protection contre les erreurs

Voir C.4.1.12.

#### D.4.1.12 Procédures de retransmission (ARQI)

Voir C.4.1.13.

#### D.4.2 AL2M

Voir C.4.2.

#### D.4.3 AL3M

Voir C.4.3. La couche AL3M de l'Annexe D doit utiliser le code SRS au lieu du code RCPC.

## APPENDICE I

### Matrices génératrices du code BCH étendu systématique

Le présent appendice décrit les codes de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem étendus systématiques (SEBCH, *systematic extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem*) ainsi que les matrices génératrices utilisées par l'Annexe C.

#### 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  $\underline{G} = [ \underline{1} \mid \underline{A} ]$  a  $(k \times n)$ , une matrice  $(k \times k)$  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 exemples des matrices génératrices sont donnés 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  $\underline{i}$  est le suivant:

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

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

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

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 Figure I.1).

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
0	0	0	0	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 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**

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

APPENDICE II

**Représentation binaire de  $\alpha^i$**

Le présent appendice décrit la représentation binaire de  $\alpha^i$  dans le corps  $GF(2^8)$ , utilisée dans l'Annexe D. En représentation binaire de  $\alpha^i$ , le terme  $(u^{(8)}, u^{(7)}, u^{(6)}, u^{(5)}, u^{(4)}, u^{(3)}, u^{(2)}, u^{(1)})$ ,  $u^{(1)}$  est défini comme bit de plus faible poids et le terme  $u^{(8)}$  comme bit de plus fort poids. Voir Tableau II.1.

**Tableau II.1/H.223 – Représentation binaire de  $\alpha^i$  ( $0 \leq i \leq 254$ ) dans le champ  $GF(2^8)$**

$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire
0	00000000	$\alpha^{63}$	10100001	$\alpha^{127}$	11001100	$\alpha^{191}$	01000001
$\alpha^0$	00000001	$\alpha^{64}$	01011111	$\alpha^{128}$	10000101	$\alpha^{192}$	10000010
$\alpha^1$	00000010	$\alpha^{65}$	10111110	$\alpha^{129}$	00010111	$\alpha^{193}$	00011001
$\alpha^2$	00000100	$\alpha^{66}$	01100001	$\alpha^{130}$	00101110	$\alpha^{194}$	00110010
$\alpha^3$	00001000	$\alpha^{67}$	11000010	$\alpha^{131}$	01011100	$\alpha^{195}$	01100100
$\alpha^4$	00010000	$\alpha^{68}$	10011001	$\alpha^{132}$	10111000	$\alpha^{196}$	11001000
$\alpha^5$	00100000	$\alpha^{69}$	00101111	$\alpha^{133}$	01101101	$\alpha^{197}$	10001101
$\alpha^6$	01000000	$\alpha^{70}$	01011110	$\alpha^{134}$	11011010	$\alpha^{198}$	00000111
$\alpha^7$	10000000	$\alpha^{71}$	10111100	$\alpha^{135}$	10101001	$\alpha^{199}$	00001110
$\alpha^8$	00011101	$\alpha^{72}$	01100101	$\alpha^{136}$	01001111	$\alpha^{200}$	00011100
$\alpha^9$	00111010	$\alpha^{73}$	11001010	$\alpha^{137}$	10011110	$\alpha^{201}$	00111000
$\alpha^{10}$	01110100	$\alpha^{74}$	10001001	$\alpha^{138}$	00100001	$\alpha^{202}$	01110000
$\alpha^{11}$	11101000	$\alpha^{75}$	00001111	$\alpha^{139}$	01000010	$\alpha^{203}$	11100000
$\alpha^{12}$	11001101	$\alpha^{76}$	00011110	$\alpha^{140}$	10000100	$\alpha^{204}$	11011101
$\alpha^{13}$	10000111	$\alpha^{77}$	00111100	$\alpha^{141}$	00010101	$\alpha^{205}$	10100111
$\alpha^{14}$	00010011	$\alpha^{78}$	01111000	$\alpha^{142}$	00101010	$\alpha^{206}$	01010011
$\alpha^{15}$	00100110	$\alpha^{79}$	11110000	$\alpha^{143}$	01010100	$\alpha^{207}$	10100110
$\alpha^{16}$	01001100	$\alpha^{80}$	11111101	$\alpha^{144}$	10101000	$\alpha^{208}$	01010001

**Tableau II.1/H.223 – Représentation binaire de  $\alpha^i$  ( $0 \leq i \leq 254$ ) dans le champ  $GF(2^8)$**

$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire
$\alpha^{17}$	10011000	$\alpha^{81}$	11100111	$\alpha^{145}$	01001101	$\alpha^{209}$	10100010
$\alpha^{18}$	00101101	$\alpha^{82}$	11010011	$\alpha^{146}$	10011010	$\alpha^{210}$	01011001
$\alpha^{19}$	01011010	$\alpha^{83}$	10111011	$\alpha^{147}$	00101001	$\alpha^{211}$	10110010
$\alpha^{20}$	10110100	$\alpha^{84}$	01101011	$\alpha^{148}$	01010010	$\alpha^{212}$	01111001
$\alpha^{21}$	01110101	$\alpha^{85}$	11010110	$\alpha^{149}$	10100100	$\alpha^{213}$	11110010
$\alpha^{22}$	11101010	$\alpha^{86}$	10110001	$\alpha^{150}$	01010101	$\alpha^{214}$	11111001
$\alpha^{23}$	11001001	$\alpha^{87}$	01111111	$\alpha^{151}$	10101010	$\alpha^{215}$	11101111
$\alpha^{24}$	10001111	$\alpha^{88}$	11111110	$\alpha^{152}$	01001001	$\alpha^{216}$	11000011
$\alpha^{25}$	00000011	$\alpha^{89}$	11100001	$\alpha^{153}$	10010010	$\alpha^{217}$	10011011
$\alpha^{26}$	00000110	$\alpha^{90}$	11011111	$\alpha^{154}$	00111001	$\alpha^{218}$	00101011
$\alpha^{27}$	00001100	$\alpha^{91}$	10100011	$\alpha^{155}$	01110010	$\alpha^{219}$	01010110
$\alpha^{28}$	00011000	$\alpha^{92}$	01011011	$\alpha^{156}$	11100100	$\alpha^{220}$	10101100
$\alpha^{29}$	00110000	$\alpha^{93}$	10110110	$\alpha^{157}$	11010101	$\alpha^{221}$	01000101
$\alpha^{30}$	01100000	$\alpha^{94}$	01110001	$\alpha^{158}$	10110111	$\alpha^{222}$	10001010
$\alpha^{31}$	11000000	$\alpha^{95}$	11100010	$\alpha^{159}$	01110011	$\alpha^{223}$	00001001
$\alpha^{32}$	10011101	$\alpha^{96}$	11011001	$\alpha^{160}$	11100110	$\alpha^{224}$	00010010
$\alpha^{33}$	00100111	$\alpha^{97}$	10101111	$\alpha^{161}$	11010001	$\alpha^{225}$	00100100
$\alpha^{34}$	01001110	$\alpha^{98}$	01000011	$\alpha^{162}$	10111111	$\alpha^{226}$	01001000
$\alpha^{35}$	10011100	$\alpha^{99}$	10000110	$\alpha^{163}$	01100011	$\alpha^{227}$	10010000
$\alpha^{36}$	00100101	$\alpha^{100}$	00010001	$\alpha^{164}$	11000110	$\alpha^{228}$	00111101
$\alpha^{37}$	01001010	$\alpha^{101}$	00100010	$\alpha^{165}$	10010001	$\alpha^{229}$	01111010
$\alpha^{38}$	10010100	$\alpha^{102}$	01000100	$\alpha^{166}$	00111111	$\alpha^{230}$	11110100
$\alpha^{39}$	00110101	$\alpha^{103}$	10001000	$\alpha^{167}$	01111110	$\alpha^{231}$	11110101
$\alpha^{40}$	01101010	$\alpha^{104}$	00001101	$\alpha^{168}$	11111100	$\alpha^{232}$	11110111
$\alpha^{41}$	11010100	$\alpha^{105}$	00011010	$\alpha^{169}$	11100101	$\alpha^{233}$	11110011
$\alpha^{42}$	10110101	$\alpha^{106}$	00110100	$\alpha^{170}$	11010111	$\alpha^{234}$	11111011
$\alpha^{43}$	01110111	$\alpha^{107}$	01101000	$\alpha^{171}$	10110011	$\alpha^{235}$	11101011
$\alpha^{44}$	11101110	$\alpha^{108}$	11010000	$\alpha^{172}$	01111011	$\alpha^{236}$	11001011
$\alpha^{45}$	11000001	$\alpha^{109}$	10111101	$\alpha^{173}$	11110110	$\alpha^{237}$	10001011
$\alpha^{46}$	10011111	$\alpha^{110}$	01100111	$\alpha^{174}$	11110001	$\alpha^{238}$	00001011
$\alpha^{47}$	00100011	$\alpha^{111}$	11001110	$\alpha^{175}$	11111111	$\alpha^{239}$	00010110
$\alpha^{48}$	01000110	$\alpha^{112}$	10000001	$\alpha^{176}$	11100011	$\alpha^{240}$	00101100
$\alpha^{49}$	10001100	$\alpha^{113}$	00011111	$\alpha^{177}$	11011011	$\alpha^{241}$	01011000

**Tableau II.1/H.223 – Représentation binaire de  $\alpha^i$  ( $0 \leq i \leq 254$ ) dans le champ  $GF(2^8)$**

$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire	$\alpha^i$	Représ. binaire
$\alpha^{50}$	00000101	$\alpha^{114}$	00111110	$\alpha^{178}$	10101011	$\alpha^{242}$	10110000
$\alpha^{51}$	00001010	$\alpha^{115}$	01111100	$\alpha^{179}$	01001011	$\alpha^{243}$	01111101
$\alpha^{52}$	00010100	$\alpha^{116}$	11111000	$\alpha^{180}$	10010110	$\alpha^{244}$	11111010
$\alpha^{53}$	00101000	$\alpha^{117}$	11101101	$\alpha^{181}$	00110001	$\alpha^{245}$	11101001
$\alpha^{54}$	01010000	$\alpha^{118}$	11000111	$\alpha^{182}$	01100010	$\alpha^{246}$	11001111
$\alpha^{55}$	10100000	$\alpha^{119}$	10010011	$\alpha^{183}$	11000100	$\alpha^{247}$	10000011
$\alpha^{56}$	01011101	$\alpha^{120}$	00111011	$\alpha^{184}$	10010101	$\alpha^{248}$	00011011
$\alpha^{57}$	10111010	$\alpha^{121}$	01110110	$\alpha^{185}$	00110111	$\alpha^{249}$	00110110
$\alpha^{58}$	01101001	$\alpha^{122}$	11101100	$\alpha^{186}$	01101110	$\alpha^{250}$	01101100
$\alpha^{59}$	11010010	$\alpha^{123}$	11000101	$\alpha^{187}$	11011100	$\alpha^{251}$	11011000
$\alpha^{60}$	10111001	$\alpha^{124}$	10010111	$\alpha^{188}$	10100101	$\alpha^{252}$	10101101
$\alpha^{61}$	01101111	$\alpha^{125}$	00110011	$\alpha^{189}$	01010111	$\alpha^{253}$	01000111
$\alpha^{62}$	11011110	$\alpha^{126}$	01100110	$\alpha^{190}$	10101110	$\alpha^{254}$	10001110



## SÉRIES 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	Réseaux câblés et 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, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie 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 de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication