



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

J.112

(03/98)

SÉRIE J: TRANSMISSION DES SIGNAUX
RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET AUTRES
SIGNAUX MULTIMÉDIAS

Services interactifs pour la distribution de télévision
numérique

**Systemes de transmission pour services
interactifs de télévision par câble**

Recommandation UIT-T J.112

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE J

TRANSMISSION DES SIGNAUX RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET AUTRES SIGNAUX MULTIMÉDIAS

Recommandations générales	J.1–J.9
Spécifications générales des transmissions radiophoniques analogiques	J.10–J.19
Caractéristiques de fonctionnement des circuits radiophoniques analogiques	J.20–J.29
Equipements et lignes utilisés pour les circuits radiophoniques analogiques	J.30–J.39
Codeurs numériques pour les signaux radiophoniques analogiques	J.40–J.49
Transmission numérique de signaux radiophoniques	J.50–J.59
Circuits de transmission télévisuelle analogique	J.60–J.69
Transmission télévisuelle analogique sur lignes métalliques et interconnexion avec les faisceaux hertziens	J.70–J.79
Transmission numérique des signaux de télévision	J.80–J.89
Services numériques auxiliaires propres aux transmissions télévisuelles	J.90–J.99
Prescriptions et méthodes opérationnelles de transmission télévisuelle	J.100–J.109
Services interactifs pour la distribution de télévision numérique	J.110–J.129
Transport des signaux MPEG-2 sur les réseaux par paquets	J.130–J.139
Mesure de la qualité de service	J.140–J.149
Distribution de la télévision numérique sur les réseaux locaux d'abonnés	J.150–J.159

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

RECOMMANDATION UIT-T J.112

SYSTÈMES DE TRANSMISSION POUR SERVICES INTERACTIFS DE TÉLÉVISION PAR CÂBLE

Résumé

La présente Recommandation "Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble" étend le domaine d'application de la Recommandation J.83 "Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données" afin de permettre la transmission bidirectionnelle de données de services interactifs par câble coaxial et par système hybride fibre optique/câble coaxial. Comme la Recommandation J.83, la présente Recommandation contient également plusieurs annexes qui tiennent compte des différents environnements de support existants. Les annexes de la présente Recommandation sont destinées à être lues conjointement avec les annexes correspondantes de la Recommandation J.83.

Il est recommandé d'utiliser les systèmes de la présente Recommandation pour les services d'accès rapide à Internet ou les services interactifs de télévision par câble afin de réaliser des économies d'échelle et de faciliter l'interopérabilité.

Source

La Recommandation UIT-T J.112, élaborée par la Commission d'études 9 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 18 mars 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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

NOTE

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 1998

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

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>	
1	Domaine d'application.....	1
2	Références	1
2.1	Références normatives	1
2.2	Références informatives.....	3
3	Termes et définitions	4
4	Abréviations	10
5	Services interactifs de télévision par câble.....	13
Annexe A – Canal d'interaction destiné aux systèmes de télédistribution par câble pour la diffusion vidéonumérique.....		13
A.1	Domaine d'application	13
A.2	Références normatives	13
A.3	Abréviations.....	13
A.4	Modèle de référence pour l'architecture système de canaux d'interaction à bande étroite dans un scénario de diffusion (services interactifs asymétriques).....	14
A.4.1	Modèle de pile de protocoles	14
A.4.2	Modèle de système.....	14
A.5	Spécification de canal d'interaction pour réseaux CATV.....	16
A.5.1	Concept du système.....	16
A.5.2	Spécification de couche Physique inférieure.....	18
A.5.3	Verrouillage de trame.....	30
A.5.4	Attribution de durée d'intervalle.....	41
A.5.5	Fonctionnalité MAC.....	47
Annexe B – Interface radioélectrique pour la transmission de données par câble.....		84
B.1	Domaine d'application et objet.....	84
B.1.1	Domaine d'application.....	84
B.1.2	Prescriptions.....	84
B.1.3	Rappel	85
B.2	Hypothèses fonctionnelles	87
B.2.1	Réseau à accès à large bande.....	88
B.2.2	Hypothèses posées pour ce qui concerne l'équipement	88
B.2.3	Hypothèses posées en matière de canal RF	89
B.2.4	Niveaux de transmission	90
B.2.5	Inversion de fréquences.....	90
B.3	Protocoles de communication	91
B.3.1	Pile de protocoles.....	91
B.3.2	Le groupeur MAC	94
B.3.3	Couche Réseau	95
B.3.4	Au-dessus de la couche Réseau	95
B.3.5	Couche Liaison de données.....	96
B.3.6	Couche Physique.....	97
B.4	Spécification de sous-couche dépendante du support physique.....	98
B.4.1	Domaine d'application.....	98
B.4.2	Sens montant (amont).....	98
B.4.3	Sens descendant (aval).....	113
B.5	Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant	117
B.5.1	Introduction.....	117
B.5.2	Format de paquet MPEG.....	118
B.5.3	En-tête MPEG pour transmission de données MCNS par câble	118
B.5.4	Charge utile MPEG pour transmission de données MCNS par câble	118
B.5.5	Interaction avec la sous-couche MAC.....	119
B.5.6	Interaction avec la couche Physique.....	120
B.5.7	Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG.....	121

	<i>Page</i>	
B.6	Spécification de commande d'accès au support physique	121
B.6.1	Introduction.....	121
B.6.2	Formats de trame MAC.....	122
B.6.3	Messages de gestion MAC.....	133
B.6.4	Attribution de largeur de bande dans le sens montant	151
B.6.5	Temporisation et synchronisation.....	159
B.6.6	Prise en charge du chiffrement de la liaison de données	161
B.7	Interaction câblo-modem – CMTS.....	162
B.7.1	Initialisation du système CMTS	162
B.7.2	Initialisation du câblo-modem.....	163
B.8	Prise en charge de futures nouvelles capacités de câblo-modem	179
B.8.1	Etablissement de communications sur une base améliorée.....	179
B.8.2	Téléchargement de logiciel d'exploitation de câblo-modem	179
B.9	Fourniture pour d'autres capacités futures.....	180
B.9.1	Modifications de couche Physique prévues.....	180
B.9.2	Nouvelles prescriptions de services du réseau	181
B.9.3	Capacité de filtrage de l'identificateur PID	183
Appendice B.I	– Adresses communément admises.....	184
B.I.1	Adresses MAC	184
B.I.2	Identificateurs de service MAC.....	184
B.I.3	Identificateur PID.....	184
Appendice B.II	– Paramètres et constantes.....	185
Appendice B.III	– Spécification d'interface de configuration de CM.....	186
B.III.1	Champs DHCP utilisés par le CM.....	186
B.III.2	Format de fichier de configuration binaire de CM	186
B.III.3	Réglages de fichier de configuration.....	187
B.III.4	Création de fichier de configuration.....	187
B.III.5	Calcul de la vérification de séquence MIC de CM.....	189
B.III.6	Calcul de la vérification MIC CMTS	189
B.III.7	Réglages de configuration d'enregistrement.....	189
B.III.8	Codages.....	190
Appendice B.IV	– Définition de service de sous-couche MAC.....	197
B.IV.1	Service au niveau du CM	197
B.IV.2	Demande MAC_CM_802_DATA	197
B.IV.3	Demande MAC_CM_DIX_DATA	197
B.IV.4	Demande MAC_CM_ATM_DATA	198
B.IV.5	Indication MAC_CM_802_DATA	198
B.IV.6	Indication MAC_CM_DIX_DATA	198
B.IV.7	Indication MAC_CM_ATM_DATA.....	198
B.IV.8	Accusé de réception MAC_CM_DATA	198
Appendice B.V	– Exemples de profils de rafale.....	199
B.V.1	Introduction.....	199
B.V.2	Exemple de séquence préambule.....	199
B.V.3	Exemples de profils de rafale	200
Appendice B.VI	– Rapidités de modulation dans le sens montant.....	209
B.VI.1	Introduction.....	209
B.VI.2	Sources de pénétration à bande étroite.....	209
B.VI.3	Positionnement de porteuses de données dans les interstices de pénétration	211
Appendice B.VII	– Exemple de voies montantes multiples.....	213
Appendice B.VIII	– Protocole d'interconnexion arborescente pour données sur câble.....	214
B.VIII.1	Rappel	214
B.VIII.2	Interconnexion arborescente dans un réseau public	214
B.VIII.3	Détails du protocole d'interconnexion arborescente dans un réseau public.....	215
B.VIII.4	Paramètres et valeurs par défaut d'une interconnexion arborescente.....	216
Annexe C	– Equipement de transmission de données multimédia par réseau de télévision par câble	217
C.1	Introduction.....	217
C.2	Définition du système de référence et des interfaces	217

	<i>Page</i>
C.3	Piles de protocoles 218
C.3.1	Pile de protocoles de l'interface A 218
C.3.2	Couche Physique et couche Liaison de données 218
C.3.3	Couche Réseau 218
C.3.4	Pile de protocoles de l'interface B 218
C.3.5	Pile de protocoles de l'interface C 219
C.3.6	Couche Physique et couche Liaison de données 219
C.3.7	Couche Réseau de l'interface C 219
C.4	Spécification de la couche Physique 219
C.4.1	Sens montant 219
C.4.2	Sens descendant 222
C.5	Spécification de la sous-couche de convergence de transmission 223
C.5.1	Introduction 223
C.5.2	Format de paquet MPEG 224
C.5.3	En-tête MPEG 224
C.5.4	Interface avec la sous-couche MAC 225
C.5.5	Interaction de la couche Physique 226
C.5.6	Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG 226
C.6	Spécification de la couche MAC 226
C.6.1	Introduction 226
C.6.2	Format de trame MAC 229
C.6.3	Message de gestion MAC 236

Introduction

Des services de télévision numérique ont été établis dans de nombreux pays et les avantages offerts par une extension de ces services destinée à fournir des services interactifs sont largement reconnus. Les systèmes de télédistribution par câble sont particulièrement adaptés à la mise en œuvre de services de données bidirectionnels et la présente Recommandation complète les spécifications de système fournies par la Recommandation J.83.

Bien que les annexes reflètent différents environnements, il existe également une importante communauté de conception. Les services peuvent comprendre des services d'accès rapide à Internet ou des services interactifs de télévision par câble. Les protocoles de transmission IP et ATM sont pris en charge sans pour autant exclure d'autres protocoles. Les architectures de référence sont toutes fondées sur la Recommandation J.110. Dans tous les cas, la transmission dans le sens descendant implique un flux à débit constant optionnel, protégé par embrouillage et correction d'erreur directe, avec un multiplexage tel qu'une tête de réseau peut prendre en charge de nombreuses stations distantes (voir A.5.1.1, B.3.6, C.4.2). La transmission dans le sens montant en provenance des stations implique un multiplex similaire pour lequel une couche commande d'accès au support physique (MAC, *media access control*) gère l'accès sur une base avec ou sans contention (voir A.5.1.3, B.3.6, C.4.1). En ce qui concerne la répartition du spectre, les fréquences des transmissions dans le sens descendant sont toujours plus élevées que celles des transmissions dans le sens montant (voir A.5.1.2, B.2.3, C.4.1.4 et C.4.2.4).

Il convient de noter que les annexes de la présente Recommandation décrivent différentes variantes des mêmes couches de protocole, destinées à être utilisées dans différentes régions de l'UIT. La connexité entre ces différentes variantes est toutefois assurée par des normes de télécommunications et d'informatique, bien établies et communément appliquées.

Il convient aussi de noter qu'il existe deux Suppléments aux Recommandations de la série J qui sont liés à la Recommandation J.112 et dont les titres sont les suivants:

- Supplément 1 – Exemple d'options de liaison entre les annexes de la Recommandation UIT-T J.112 et les annexes de la Recommandation UIT-T J.83;
- Supplément 2 – Directives d'utilisation de l'Annexe A de la Recommandation J.112 "Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble"; Exemple de canal d'interaction pour la diffusion vidéonumérique destiné aux systèmes de télédistribution par câble.

SYSTÈMES DE TRANSMISSION POUR SERVICES INTERACTIFS DE TÉLÉVISION PAR CÂBLE

(Genève, 1998)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation "Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble" étend le domaine d'application de la Recommandation J.83 "Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble de services de télévision, son et données" afin de permettre la transmission bidirectionnelle de données de services interactifs par système hybride fibre optique/câble coaxial. Comme la Recommandation J.83, la présente Recommandation contient également plusieurs annexes qui tiennent compte des différents environnements de support existants. Les annexes de la présente Recommandation sont destinées à être lues en liaison avec les annexes correspondantes de la Recommandation J.83.

L'Annexe A est fondée sur des travaux réalisés en Europe et est associée à un ensemble plus large d'options tel que la Recommandation J.111 et devrait fournir une base appropriée pour les futurs développements.

L'Annexe B est fondée sur des travaux réalisés en Amérique du Nord et devrait fournir une base appropriée pour les futurs développements.

L'Annexe C est fondée sur des travaux réalisés au Japon et devrait fournir une base appropriée pour les futurs développements.

Bien que les Annexes A, B et C correspondent aux Annexes A, B et C de la Recommandation J.83, il existe également une importante communauté de conception entre les services et les protocoles traités. Les architectures de référence se fondent également sur la Recommandation J.110. En pratique, il est donc possible que les caractéristiques sélectionnées pour être utilisées avec le système de transmission décrit dans une annexe particulière de la Recommandation J.83, ne soient pas limitées à l'annexe correspondante de la présente Recommandation.

2 Références

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.

2.1 Références normatives

- [EN 50201] ETSI EN 50201:1997, *Interfaces for DVB-IRDs*. (Voir l'Annexe A.)
- [EN 300 421] ETSI EN 300 421, *Digital Broadcasting systems for television, sound and data services – Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 satellite services (DVB-Spec)*. (Voir l'Annexe A.)
- [ETS 300 802] ETSI ETS 300 802, *Digital Video Broadcasting (DVB) – Network Independent Protocols for interactive Services*. (Voir l'Annexe A.)
- [ISO/CEI 8825] ISO/CEI 8825:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Spécification de règles de base pour coder la notation de syntaxe abstraite numéro UNE (ASN.1)*. (Voir l'Annexe B.)
- [ISO/CEI 8802-2] ISO/CEI 8802-2:1994 (IEEE Std 802.2:1994), *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 2: Contrôle de liaison logique*. (Voir l'Annexe B.)
- [ISO/CEI 8802-3] ISO/CEI 8802-3:1996 (IEEE Std 802.3:1996), *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Partie 3: Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision CSMA/CD et spécifications pour la couche physique*. (Voir l'Annexe B.)

- [ISO/CEI 10038] ISO/CEI 10038:1993 (ANSI/IEEE Std 802.1D:1993), *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Réseaux locaux – Contrôle d'accès au milieu (MAC) – Ponts*. (Voir l'Annexe B.)
- [ISO/CEI 10039] ISO/CEI 10039:1991, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Réseaux locaux – Définition du service de contrôle d'accès au milieu (MAC)*. (Voir l'Annexe B.)
- [ISO/CEI 15802-1] ISO/CEI 15802-1:1995, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Spécifications communes – Partie 1: Définition du contrôle d'accès au support (MAC)*. (Voir l'Annexe B.)
- [UIT-T H.222.0] Recommandation UIT-T H.222.0 (1995) | ISO/CEI 13818-1:1996, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son associé: systèmes*. (Voir l'Annexe B.)
- [UIT-T I.361] Recommandation UIT-T I.361 (1995), *Spécifications de la couche mode de transfert asynchrone pour le RNIS à large bande*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T I.363] Recommandation UIT-T I.363, *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T J.83 A] Recommandation UIT-T J.83 (Annexe A) (1997), *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T J.83 B] Recommandation UIT-T J.83 (Annexe B) (1997), *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*. (Voir l'Annexe B.)
- [UIT-T J.83 C] Recommandation UIT-T J.83 (Annexe C) (1997), *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*. (Voir l'Annexe C.)
- [UIT-T J.110] Recommandation UIT-T J.110 (1997), *Principes de base d'une famille mondiale commune de systèmes pour la fourniture de services interactifs de télévision*.
- [V.21 du CCITT] Recommandation V.21 du CCITT (1984), *Modem à 300 bit/s duplex normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*. (Voir l'Annexe A.)
- [V.22 du CCITT] Recommandation V.22 du CCITT (1988), *Modem fonctionnant en duplex à 1200 bit/s, normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués à deux fils de type téléphonique de poste à poste*. (Voir l'Annexe A.)
- [V.22 bis du CCITT] Recommandation V.22 bis du CCITT (1988), *Modem fonctionnant en duplex à 2400 bit/s utilisant la technique de la répartition en fréquence et normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur circuits loués à deux fils du type téléphonique de poste à poste*. (Voir l'Annexe A.)
- [V.23 du CCITT] Recommandation V.23 du CCITT (1988), *Modem à 600/1200 bauds normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T V.25] Recommandation UIT-T V.25 (1996), *Équipement de réponse automatique et procédures générales pour équipements d'appel automatique sur le RTGC y compris les procédures de neutralisation des dispositifs de protection contre l'écho lorsque les appels sont établis aussi bien entre postes à fonctionnement manuel qu'entre postes à fonctionnement automatique*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T V.32] Recommandation UIT-T V.32 (1993), *Famille de modems à deux fils fonctionnant en duplex à des débits binaires allant jusqu'à 9600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués de type téléphonique*. (Voir l'Annexe A.)
- [V.32 bis du CCITT] Recommandation V.32 bis du CCITT (1991), *Modem fonctionnant en mode duplex à des débits binaires allant jusqu'à 14 400 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits à 2 fils de type téléphonique loués de poste à poste*. (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T V.34] Recommandation UIT-T V.34 (1998), *Modem fonctionnant à des débits allant jusqu'à 33 600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général commuté et sur les circuits loués point à point à 2 fils de type téléphonique*. (Voir l'Annexe A.)

- [UIT-T V.42] Recommandation UIT-T V.42 (1996), *Procédure de correction d'erreur pour les équipements de terminaison de circuits de données utilisant la conversion asynchrone/synchrone.* (Voir l'Annexe A.)
- [UIT-T X.25] Recommandation UIT-T X.25 (1996), *Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics pour données.* (Voir l'Annexe B.)
- [UIT-T Z.100] Recommandation UIT-T Z.100 (1993), *Langage de description et de spécification du CCITT.* (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-791] POSTEL, (J.), Internet Protocol, IETF RFC-791 (MIL STD 1777), septembre 1981. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-826] PLUMMER, (D.), Ethernet Address Resolution Protocol: Or converting network protocol addresses to 48-bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware, novembre 1982. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-868] HARRENSTIEN, (K.) et POSTEL, (J.), Time Protocol, IETF RFC-868, mai 1983. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1042] POSTEL, (J.) et REYNOLDS, (J.), A Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks, IETF RFC-1042, février 1988. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1058] HEDRICK, (C.), Routing Information Protocol, IETF RFC-1058, juin 1988. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1157] SCHOFFSTALL, (M.), FEDOR, (M.), DAVIN, (J.) et CASE, (J.), A Simple Network Management Protocol (SNMP), IETF RFC-1157, mai 1990. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1350] SOLLINGS, (K.), The TFTP Protocol (Révision 2), IETF RFC-1350, juillet 1992. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1493] DECKER, (E.), LANGILLE, (P.), RIJSINGHANI, (A.) et McCLOGHRIE, (K.), Definitions of Managed Objects for Bridges, juillet 1993, (Obsoletes RFC-1286). (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1533] ALEXANDER, (S.) et DROMS, (R.), DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions, IETF RFC-1533, octobre 1993. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1541] DROMS, (R.), Dynamic Host Configuration Protocol, IETF RFC-1541, octobre 1993. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1633] BRADEN, (R.), CLARK, (D.), et SHENKER, (S.), Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview, IETF RFC-1633, juin 1994. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-1812] BAKER, (F.), Requirements for IP Version 4 Routers, IETF RFC-1812, juin 1995. (Voir l'Annexe B.)
- [RFC-2104] KRAWCZYK, (H.), BELLARE, (M.) et CANETTI, (R.), HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication, IETF RFC-2104, février 1997. (Voir l'Annexe B.)

2.2 Références informatives

- [91/263/EEC] Directive 91/263 de la CEE sur les équipements terminaux. (Voir l'Annexe A.)
- [CableLabs1] Two-Way Cable Television System Characterization, Cable Television Laboratories, Inc., 12 avril 1995. (Voir l'Annexe B.)
- [CableLabs2] Digital Transmission Characterization of Cable Television Systems, Cable Television Laboratories, Inc., novembre 1994. (Voir l'Annexe B.)
- [DAVIC] Davic Specification, DAVIC System Reference Model. (Voir l'Annexe A.)
- [DIX] Ethernet Protocol Version 2.0, Digital, Intel, Xerox, 1982. (Voir l'Annexe B.)
- [DVB-A008] DVB-A008, Commercial requirements for asymmetric interactive services supporting broadcast to the home with narrowband return channels, octobre 1995. (Voir l'Annexe A.)
- [ETS 300 800] ETS 300 800, Digital Video Broadcasting (DVB) – DVB interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV). (Voir l'Annexe A.)

[IEEE 802]	IEEE Std 802:1990, Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture. (Voir l'Annexe B.)
[IEEE 802.1Q]	IEEE Draft Standard 802.1Q/D4, Draft Standard for Virtual Bridged Local Area Networks, 20 décembre 1996. (Voir l'Annexe B.)
[IPS-SP-401]	F-Connector Specification, Society of Cable Television Engineers. (Voir l'Annexe B.)
[IS-6]	EIA Interim Standard IS-6 (1983), Recommended Cable TV Channel Identification Plan. (Voir l'Annexe B.)
[JCTEA1]	Multiplex System for Digital Cable Television, JCTEA STD-002. (Voir l'Annexe C.)
[JCTEA2]	Receiver for Cable Television, JCTEA STD-004. (Voir l'Annexe C.)
[MCNS2]	Data-Over-Cable Service Specifications, Security System Interface Specification, SP-SSI-I01-970506. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS3]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem Termination System – Network-Side Interface Specifications SP-CMTS-NSI-I01-960702. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS4]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem to Customer Premises Equipment Interface Specifications SP-CMCI-I01-960702. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS5]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Operations Support System Interfaces SP-OSSI-I01-970403. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS6]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem Telephone Return Interface Specification SP-CMTRI-I01-970804. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS7]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Removable Security Module Interface Specifications, SP-RSMI-I01-980204. (Voir l'Annexe B.)
[MCNS8]	Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Baseline Privacy Interface SP-BPI-I01-970609. (Voir l'Annexe B.)
[NCTA]	NCTA Recommended Practices for measurement on Cable Television Systems – National Cable Television Association, Washington DC, 2 ^e édition, révisée octobre 1993. (Voir l'Annexe B.)
[SMS]	The Spectrum Management Application (SMA) and the Common Spectrum Management Interface (CSMI), Time Warner Cable, 24 décembre 1995. (Voir l'Annexe B.)

3 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 protocole de résolution d'adresse (ARP, *address resolution protocol*): protocole de l'IETF destiné à convertir les adresses réseau en adresses Ethernet 48 bits.

3.2 American National Standards Institute (ANSI): organisme de normalisation aux Etats-Unis.

3.3 mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*): protocole de transmission de différents signaux numériques utilisant des cellules uniformes de 53 octets.

3.4 disponibilité: dans le cadre des systèmes de télévision par câble, rapport à long terme entre le temps réel de fonctionnement des canaux RF et le temps programmé de fonctionnement des canaux RF (exprimé en pourcentage), fondé sur un taux d'erreur binaire (BER) hypothétique.

3.5 unité de données protocolaires de pont (BPDU, *bridge protocol data unit*): messages de protocole d'interconnexion arborescente tels que définis par la norme [ISO/CEI 10038].

3.6 adresses de diffusion: adresse de destination prédéfinie qui désigne l'ensemble de tous les points d'accès aux services du réseau de données.

3.7 seconde avec rafale d'erreurs: toute seconde erronée contenant au moins 100 erreurs.

- 3.8 modem-câble; câblo-modem (CM, cable modem):** modulateur-démodulateur sur le site de l'abonné, servant à l'acheminement de communications de données sur un système de télévision par câble (voir Annexe B). Appelé IIM dans l'Annexe A et MH dans l'Annexe C.
- 3.9 système de terminaison de modem-câble (CMTS, cable modem termination system):** système de terminaison de câblo-modem, situé en tête de réseau ou sur le pivot de distribution du système de télévision par câble, fournissant des fonctionnalités complémentaires au modem-câble afin de permettre la connexité de données sur un réseau étendu (voir Annexe A). Appelé INA dans l'Annexe A et MC dans l'Annexe C.
- 3.10 système de terminaison de modem-câble; interface côté réseau (CMTS-NSI, cable modem termination system; network side interface):** interface, définie dans [MCNS3], entre un système de terminaison de modem-câble et le côté réseau de l'équipement (voir Annexe B). Appelé INA dans l'Annexe A et MC dans l'Annexe C.
- 3.11 interface entre modem-câble et équipement local d'abonné (CMCI, cable modem to CPE interface):** interface, définie dans la norme [MCNS4], entre un modem-câble et l'équipement local d'abonné.
- 3.12 modulation parasite de la porteuse:** distorsion d'amplitude crête à crête du niveau de signal de porteuse RF due à la fondamentale et aux harmoniques d'ordre inférieur de la fréquence de l'alimentation.
- 3.13 rapport porteuse sur bruit (C/N ou CNR, carrier-to-noise ratio):** carré du rapport entre la valeur quadratique moyenne (efficace) de la tension de la porteuse RF à modulation numérique et la valeur quadratique moyenne de la tension du bruit aléatoire continu dans la largeur de bande de mesure définie. (En l'absence de spécification explicite, la largeur de bande de mesure est la rapidité de modulation de la modulation numérique.)
- 3.14 bande (passante) associée à la porteuse** (applicable uniquement aux Annexes B et C): largeur de bande de fréquence d'espacement des canaux de télévision dans un système de télévision par câble par incréments d'exactement 6 MHz.
- 3.15 battement composite du deuxième ordre (CSO, composite second order beat):** valeur crête du niveau moyen des produits de distorsion dus à des non-linéarités de deuxième ordre dans les équipements de systèmes câblés.
- 3.16 battement composite du troisième ordre (CTB, composite triple beat):** valeur crête du niveau moyen des produits de distorsion dus à des non-linéarités de troisième ordre dans les équipements de systèmes câblés.
- 3.17 contrôle de redondance cyclique:** méthode de détection d'erreur utilisant un code cyclique.
- 3.18 transmodulation:** forme de distorsion de signaux de télévision où la modulation d'un ou de plusieurs canaux de télévision est imposée sur un ou plusieurs autres canaux.
- 3.19 client:** voir utilisateur final.
- 3.20 équipement local d'abonné (CPE, customer premises equipment):** équipements dans les locaux de l'utilisateur final; il peut s'agir d'équipements fournis par l'utilisateur final ou par le fournisseur de services.
- 3.21 couche Liaison de données:** couche 2 dans l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts; couche qui permet aux services de transférer des données par la liaison entre systèmes ouverts.
- 3.22 concentrateur-répartiteur; pivot de distribution:** point d'un réseau de télévision par câble qui assure les fonctions d'une tête de réseau pour les clients dans son voisinage immédiat et qui reçoit une partie ou la totalité des données de programme de télévision d'une tête de réseau collective située dans la même zone métropolitaine ou régionale; voir, par exemple, [MCNS1].
- 3.23 aval; descendant:** dans le cadre de la télévision par câble, sens de transmission de la tête de réseau vers l'abonné.
- 3.24 câble de dérivation:** câble coaxial qui raccorde une résidence ou un local de service au câble coaxial d'alimentation le plus proche par le biais d'un coupleur directif (prise).
- 3.25 protocole de configuration de serveur dynamique (DHCP, dynamic host configuration protocol):** protocole Internet utilisé pour attribuer des adresses (IP) de couche Réseau.
- 3.26 dynamique:** rapport entre la puissance de signal la plus élevée qui peut être transmise par un système de transmission analogique multivoie sans dépasser les limites de distorsion ou autres limites de qualité de fonctionnement, et la puissance de signal la plus faible qui peut être utilisée sans dépasser les limites de bruit, taux d'erreur ou autres limites de qualité de fonctionnement.

- 3.27 Electronic Industries Association (EIA):** organisme de fabricants bénévoles qui a pour activité, entre autres, l'élaboration et la publication de normes.
- 3.28 utilisateur final:** individu, organisation ou système de télécommunications qui accède au réseau afin de communiquer par le biais des services fournis par le réseau.
- 3.29 seconde erronée:** tout intervalle d'une seconde qui contient au moins une erreur binaire.
- 3.30 dédoublement (à retour) inférieur étendu; sous-division étendue:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission bidirectionnelle sur un même câble coaxial. En Amérique du Nord par exemple, les signaux sur la voie retour arrivent à la tête de réseau à une fréquence se situant entre 5 et 42 MHz alors que les signaux sur la voie d'aller partent de la tête de réseau à une fréquence se situant entre 50 ou 54 MHz et la limite supérieure de fréquence.
- 3.31 câble d'alimentation:** câbles coaxiaux qui longent les rues dans une zone desservie et raccordent entre elles les prises individuelles auxquelles aboutissent les dérivations client.
- 3.32 interface de données avec distribution par fibre optique (FDDI, *fiber distributed data interface*):** norme de réseaux locaux à fibre optique.
- 3.33 nœud optique:** point d'interface entre une artère optique et la distribution par câble coaxial.
- 3.34 voie d'aller:** sens du flux de signaux RF de la tête de réseau vers l'utilisateur final, équivalant à descendant.
- 3.35 temps de propagation de groupe:** différence de temps de transmission par un appareil, circuit ou système entre la plus haute et la plus basse de plusieurs fréquences.
- 3.36 intervalle de garde:** intervalle minimal inséré entre les rafales montantes, pris à partir du centre du dernier symbole d'une rafale jusqu'au centre du premier symbole de la rafale suivante.
- 3.37 système de porteuses en relation harmonique (HRC, *harmonic related carrier*):** méthode d'espacement des canaux de télévision sur un système de télévision par câble par incréments d'exactly 6 MHz, avec toutes les fréquences porteuses en relation harmonique avec une référence commune.
- 3.38 tête de réseau:** point central du réseau câblé, chargé d'injecter des signaux vidéo diffusés et autres dans le sens descendant. Voir également tête de réseau collective, pivot de distribution.
- 3.39 en-tête:** information de contrôle du protocole située au début d'une unité de données de protocole.
- 3.40 haute fréquence (HF, *high frequency*):** utilisée dans l'Annexe B pour désigner la totalité de la bande passante de sous-division (5-30 MHz) et sous-division étendue (5-42 MHz) utilisée pour les communications par la voie retour des réseaux de télévision par câble.
- 3.41 (dédoublement à) retour supérieur:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission bidirectionnelle sur un même câble coaxial. Les signaux sur la voie retour sont transmis à la tête de réseau à une fréquence supérieure à celle du sens aller.
- 3.42 (modulation due au) ronflement:** modulation indésirable de la porteuse visuelle de télévision par le fondamental et les harmoniques de rang bas de la fréquence de l'alimentation ou autres perturbations de basse fréquence.
- 3.43 système hybride fibre optique/câble coaxial (HFC, *hybrid fiber/coax system*):** système de transmission à support partagé bidirectionnel à large bande utilisant des artères optiques entre la tête de réseau et les nœuds optiques et une distribution par câble coaxial entre les nœuds optiques et les locaux d'abonné.
- 3.44 module d'interface pour l'interaction** (voir Annexe A): appelé CM dans l'Annexe B et MH dans l'Annexe C.
- 3.45 système de porteuses en relation additive (IRC, *incremental related carriers*):** méthode d'espacement des canaux de télévision NTSC sur un système de télévision par câble où tous les canaux à l'exception de 5 et 6 correspondent au plan de disposition des canaux normalisé, utilisé afin de réduire les distorsions de battement composite du troisième ordre.
- 3.46 Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE):** organisation bénévole qui, entre autres, parraine les comités de normalisation et qui est accréditée par l'Institut national américain de normalisation.
- 3.47 entrelacement:** méthode de correction d'erreur qui permet la correction d'erreurs en paquet dues au bruit.

- 3.48 Commission électrotechnique internationale (CEI):** organisation internationale de normalisation.
- 3.49 Organisation internationale de normalisation (ISO, *International Organization for Standardization*):** fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation.
- 3.50 protocole de message de commande Internet (ICMP, *Internet control message protocol*):** protocole de couche Réseau Internet.
- 3.51 Internet Engineering Task Force (IETF):** organisme chargé, entre autres, de développer les normes utilisées sur Internet. Voir également demande d'observations.
- 3.52 bruit impulsionnel:** bruit caractérisé par des perturbations transitoires ne se chevauchant pas.
- 3.53 protocole Internet (IP, *Internet protocole*):** protocole de couche Réseau Internet, défini par l'IETF.
- 3.54 Japan Cable Television Engineering Association (JCTEA):** organisme chargé d'élaborer des normes concernant les systèmes de télévision par câble au Japon.
- 3.55 latence; temps de passage:** temps, exprimé en quantité de symboles, nécessaire à un élément de signal pour passer par un appareil.
- 3.56 couche:** subdivision de l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI), constituée de sous-systèmes du même rang.
- 3.57 réseau local (LAN, *local area network*):** réseau de données privé sur lequel la transmission série est utilisée pour la communication directe de données entre stations de données situées dans les locaux de l'utilisateur.
- 3.58 procédure de commande de liaison logique (LLC, *logical link control*):** partie du protocole dans un réseau local (LAN) ou un réseau métropolitain (MAN) qui gouverne l'assemblage de trames de couche Liaison de données et leur échange entre stations de données, indépendamment de la manière dont le support de transmission est partagé.
- 3.59 point d'accès au service MAC:** voir B.6.1.2.
- 3.60 tête de réseau principale:** tête de réseau qui recueille des données de programme de télévision de différentes sources par satellite, ondes hertziennes, fibre optique et autres moyens, et distribue ces données à des pivots de distribution dans la même zone métropolitaine ou régionale. Une tête de réseau principale peut également assurer les fonctions d'un pivot de distribution pour les abonnés dans son voisinage immédiat, voir, par exemple, [MCNS1].
- 3.61 équipement de multimédia central:** équipement situé en tête de réseau de télévision par câble, fournissant des fonctionnalités complémentaires aux équipements multimédias personnels afin de permettre la connexité de données sur un réseau étendu. Appelé CMTS dans l'Annexe B et INA dans l'Annexe A.
- 3.62 durée moyenne de réparation; temps moyen de dépannage (MTTR, *mean time to repair*):** dans le cadre des systèmes de télévision par câble, le MTTR est le temps moyen écoulé entre le moment où le dysfonctionnement d'un canal RF est décelé et le moment où le fonctionnement du canal RF est entièrement rétabli.
- 3.63 adresse de commande d'accès au support physique (MAC, *media access control*):** adresse de matériel intégré à un appareil raccordé à un support partagé.
- 3.64 procédure de commande d'accès au support physique (MAC):** partie du protocole dans un sous-réseau qui gouverne l'accès au support de transmission, indépendamment des caractéristiques physiques du support, mais en tenant compte de la topologie du sous-réseau, afin de permettre l'échange de données entre nœuds. Les procédures MAC comprennent le verrouillage de trame, la protection contre les erreurs et l'acquisition du droit d'utiliser le support de transmission sous-jacent.
- 3.65 sous-couche de commande d'accès au support physique (MAC):** partie de la couche Liaison de données qui prend en charge les fonctions dépendantes de la topologie et utilise les services de la couche Physique afin de fournir des services à la sous-couche de commande de liaison logique (LLC).
- 3.66 équipement multimédia d'abonné:** modulateur-démodulateur situé dans les locaux de l'abonné, destiné à être utilisé lors de l'acheminement de communications de données sur un système de télévision par câble (voir Annexe C). Appelé CMTS dans l'Annexe B et INA dans l'Annexe A.
- 3.67 microréflexions:** échos dans la voie de transmission d'aller dus à des écarts par rapport aux caractéristiques d'amplitude et de phase idéales.

- 3.68 dédoublement médian; division moyenne:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission bidirectionnelle sur un même câble coaxial. En Amérique du Nord par exemple, les signaux sur la voie retour partent vers la tête de réseau à une fréquence se situant entre 5 et 108 MHz, les signaux sur la voie d'aller partent de la tête de réseau à une fréquence se situant entre 162 MHz et la limite de fréquence supérieure du réseau, la bande de croisement duplex se situe entre 108 et 162 MHz.
- 3.69 mini-intervalle:** dans l'Annexe B, un mini-intervalle est un multiple entier d'incrément de 6,25 microsecondes. La relation entre mini-intervalles, octets et tops d'horloge est décrite au B.6.5.4.
- 3.70 groupe d'experts pour les images animées (MPEG, *moving picture experts group*):** organisme bénévole qui établit des normes en matière d'images animées compressées numériques et de signaux audio associés.
- 3.71 partenaires de systèmes de réseau câblé multimédia (MCNS, *multimedia cable network system*):** groupement de Comcast Cable Communications, Inc., Cox Communications, Tele-Communications, Inc., et Time Warner Cable, intéressé par la mise en place d'un système de communications de données à grande vitesse sur les systèmes de télévision par câble.
- 3.72 accès multipoint:** accès utilisateur sur lequel plus d'un équipement terminal est pris en charge par une seule terminaison de réseau.
- 3.73 connexion multipoint:** connexion entre plus de deux terminaisons de réseau de données.
- 3.74 National Cable Television Association (NCTA):** association bénévole d'opérateurs de télévision par câble qui, entre autres, fournit des instructions en matière de mesures et d'objectifs pour les systèmes de télévision par câble aux Etats-Unis.
- 3.75 National Television Systems Committee (NTSC):** comité qui a défini la norme de diffusion de télévision couleur analogique utilisée en Amérique du Nord.
- 3.76 couche Réseau:** couche 3 dans l'architecture d'interconnexion de systèmes ouverts (OSI); couche qui permet aux services d'établir des voies entre des systèmes ouverts.
- 3.77 gestion de réseau:** fonctions associées à la gestion des ressources de la couche Liaison de données et de la couche Physique et de leurs positions dans le réseau de données ayant pour support le système hybride fibre optique/câble coaxial.
- 3.78 interconnexion des systèmes ouverts (OSI, *open systems interconnection*):** cadre de normes ISO pour la communication entre différents systèmes fabriqués par différents fournisseurs, dans lequel le procédé de communication est organisé en sept catégories différentes, placées dans une séquence en couches fondée sur leur relation par rapport à l'utilisateur. Chaque couche utilise la couche située immédiatement au-dessous et fournit un service à la couche située immédiatement au-dessus. Les couches 7 à 4 traitent la communication de bout en bout entre la source et la destination du message et les couches 3 à 1 traitent les fonctions de réseau.
- 3.79 identificateur propre à une organisation (OUI, *organizationally unique identifier*):** identificateur de trois octets attribué par l'IEEE, le OUI peut être utilisé afin de produire des adresses LAN MAC et des identificateurs de protocole universels selon la norme ANSI/IEEE Std 802 pour l'utilisation dans les applications de réseaux locaux et métropolitains.
- 3.80 identificateur de paquet (PID, *packet identifier*):** valeur entière unique utilisée pour identifier les flux élémentaires d'un programme dans un flux MPEG-2 uniprogramme ou multiprogrammes.
- 3.81 couche Physique (PHY):** couche 1 dans l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI); couche qui fournit les services pour transmettre des bits ou des groupes de bits par une liaison entre systèmes ouverts et qui déclenche les procédures électriques, mécaniques et de prise de contact.
- 3.82 sous-couche dépendante du support physique (PMD, *physical media dependent*):** sous-couche de la couche Physique chargée de la transmission de bits ou de groupes de bits par des types particuliers de liaison entre systèmes ouverts et qui déclenche les procédures électriques, mécaniques et de prise de contact.
- 3.83 information spécifique au programme (PSI, *program specific information*):** dans le cadre de MPEG-2, données normatives nécessaires au démultiplexage de flux de transport et à l'extraction correcte de programmes.
- 3.84 flux de programme:** dans le cadre de MPEG-2, un multiplex de paquets vidéo et audionumériques de longueurs variables provenant d'une ou de plusieurs sources de programme ayant une base de temps commune.

- 3.85 protocole:** ensemble de règles et de formats qui déterminent le comportement de communication des entités de couche lorsqu'elles exécutent les fonctions de couche.
- 3.86 modulation d'amplitude de porteuses en quadrature (MAQ):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique impliquant un codage de phase et d'amplitude.
- 3.87 modulation par déplacement de phase quadrivalente (MDPQ):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique utilisant quatre états de phase pour coder deux bits numériques.
- 3.88 radiofréquence (RF):** dans le cadre des systèmes de télévision par câble, signaux électromagnétiques, normalement dans une gamme allant de 5 à 1000 MHz.
- 3.89 code Reed-Solomon:** code de correction d'erreur directe situé avant l'entrelacement permettant la correction d'erreurs induites par des rafales de bruit.
- 3.90 demande d'observations (RFC, *request for comments*):** document de politique technique de l'IETF; ces documents sont accessibles sur le World Wide Web à l'adresse <http://ds.internic.net/rfcindex.html>.
- 3.91 facteur d'adaptation (en réflexion); affaiblissement d'adaptation:** paramètre décrivant l'affaiblissement d'un signal à onde guidée (par câble coaxial, par exemple) retourné à une source par un appareil ou un support, suite aux réflexions du signal produit par la source.
- 3.92 voie de retour:** sens du flux des signaux vers la tête de réseau, s'éloignant de l'abonné; équivalent à montant.
- 3.93 facteur d'arrondi; coupure:** coefficient de fonction de coupure en cosinus qui détermine les caractéristiques de fréquence du filtre.
- 3.94 protocole d'information de routage (RIP, *routing information protocol*):** protocole de l'IETF pour l'échange d'information de routage sur les réseaux et sous-réseaux IP.
- 3.95 point d'accès au service (SAP, *service access point*):** point auquel des services sont fournis par une couche, ou sous-couche, à la couche située immédiatement au-dessus.
- 3.96 unité de données de service (SDU, *service data unit*):** informations échangées sous forme d'unité entre points d'accès au service homologue.
- 3.97 protocole de gestion de réseau simple (SNMP, *simple network management protocol*):** protocole de gestion de réseau de l'IETF.
- 3.98 système de gestion du spectre (SMS, *spectrum management system*):** système de gestion du spectre associé aux câbles RF défini dans [SMS].
- 3.99 sous-couche:** subdivision d'une couche dans le modèle de référence d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI).
- 3.100 sous-réseau:** les sous-réseaux sont créés physiquement en raccordant des nœuds adjacents par des liaisons de transmission.
- 3.101 protocole d'accès au sous-réseau (SNAP, *subnetwork access protocol*):** extension de l'en-tête LLC permettant d'utiliser des réseaux de type IEEE 802 comme des réseaux IP.
- 3.102 abonné:** voir utilisateur final.
- 3.103 dédoublement (à retour) inférieur; sous-division:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission bidirectionnelle sur un même câble. En Amérique du Nord par exemple, les signaux sur la voie retour arrivent à la tête de réseau à une fréquence se situant entre 5 et 30 MHz (jusqu'à 42 MHz sur les systèmes à sous-division étendue) alors que les signaux sur la voie d'aller partent de la tête de réseau à une fréquence se situant entre 50 ou 54 MHz et la limite de fréquence supérieure du réseau.
- 3.104 sous-système:** élément dans une division hiérarchique d'un système ouvert qui agit directement avec des éléments de la division immédiatement supérieure ou immédiatement inférieure de ce système ouvert.
- 3.105 gestion-systèmes:** fonctions de la couche Application associées à la gestion de différentes ressources d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) et de leur état dans toutes les couches de l'architecture OSI.

- 3.106 top:** intervalles de temps qui servent de référence pour la définition du mini-intervalle et des temps de transmission dans le sens montant.
- 3.107 pente; écart de gain:** écart maximal de gain de transmission d'un système de télévision par câble sur une largeur de bande donnée (normalement toute la gamme de fréquences de fonctionnement dans le sens de l'aller).
- 3.108 temps de transit:** temps entre l'instant auquel le premier bit d'une unité PDU franchit une certaine frontière et l'instant auquel le dernier bit de la même unité PDU franchit une seconde frontière.
- 3.109 protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*):** protocole Internet de couche de transport qui assure un service fiable de transfert de paquets de données de bout en bout, sans erreur, tel que défini par l'IETF.
- 3.110 sous-couche de convergence de transmission:** sous-couche de la couche Physique qui assure une interface entre la couche Liaison de données et la sous-couche PMD.
- 3.111 liaison de transmission:** unité physique d'un sous-réseau qui assure la connexion de transmission entre nœuds adjacents.
- 3.112 support de transmission:** support matériel sur lequel des signaux d'informations peuvent être transmis, par exemple fibre optique, câble coaxial et paire torsadée.
- 3.113 système de transmission:** interface et support de transmission par lesquels des entités de couche Physique homologues transfèrent des bits.
- 3.114 rapport de tout ou rien en émission; rapport de transmission marche/arrêt:** dans les systèmes multi accès, rapport entre la puissance du signal envoyé sur la ligne pendant la transmission et hors transmission.
- 3.115 flux de transport:** dans le cadre de MPEG-2, méthode de multiplexage par paquets d'un ou de plusieurs flux vidéo et audionumériques ayant une ou plusieurs bases de temps indépendantes, en un seul flux.
- 3.116 protocole de transfert de fichiers simplifié (TFTP, *trivial file transfer protocol*):** protocole Internet de transfert de fichiers sans exigence de noms d'utilisateur et de mots de passe, utilisé normalement pour le téléchargement automatique de données et de logiciels.
- 3.117 faisceau de câbles:** câbles par lesquels des signaux sont acheminés de la tête de réseau vers un groupe d'abonnés. En fonction de la conception du système, les câbles peuvent être coaxiaux ou à fibre optique.
- 3.118 type/longueur/valeur (TLV):** codage de trois champs où le premier champ indique le type d'élément, le deuxième la longueur de l'élément et le troisième la valeur.
- 3.119 amont; montant:** sens des locaux de l'abonné vers la tête de réseau.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AMRT	accès multiple par répartition dans le temps
ANSI	organisme de normalisation (<i>american national standards institute</i>)
ARP	protocole de résolution d'adresse (<i>address resolution protocol</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BC	canal de diffusion (<i>broadcast channel</i>)
BPDU	unité de données protocolaires de pont (<i>bridge protocol data unit</i>)
BRA	accès au débit de base (<i>basic rate access</i>)
C/N ou CNR	rapport porteuse sur bruit (<i>carrier-to-noise ratio</i>)
CATV	télévision par câble (<i>cable television</i>)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CM	modem-câble; câblo-modem (<i>cable modem, IIM, MH</i>)
CMCI	interface entre modem-câble et équipement local d'abonné (<i>cable modem to CPE interface</i>)

CMTS	système de terminaison de modem-câble (<i>cable modem termination system</i>)
CMTS-NSI	système de terminaison de modem-câble; interface côté réseau (<i>cable modem termination system-network side interface</i>)
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
CSO	battement composite du deuxième ordre (<i>composite second order beat</i>)
CTB	battement composite du troisième ordre (<i>composite triple beat</i>)
DA	adresse de destination (<i>destination address</i>)
DAVIC	digital audiovisual council
DCE	équipement de transmission de données (<i>data communication equipment</i>)
DHCP	protocole de configuration de serveur dynamique (<i>dynamic host configuration protocol</i>)
DOC	transmission de données par câble (<i>data over cable</i>)
DTMF	multifréquence bitonalité (<i>dual tone multifrequency</i>)
DVB	diffusion vidéo numérique (<i>digital video broadcasting</i>)
EH ou EHDR	en-tête étendu (<i>extended header</i>)
EIA	Electronic Industries Association
ETTD	équipement terminal de traitement de données
FC	commande de trame (<i>frame control</i>)
FDDI	interface de données avec distribution par fibre optique (<i>fiber distributed data interface</i>)
FDMA	accès multiple par répartition en fréquence (<i>frequency division multiple access</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
GT	heure universelle (<i>global time</i>)
HCS	séquence de vérification d'en-tête (<i>header check sequence</i>)
HF	haute fréquence (<i>high frequency</i>)
HFC	système hybride fibre optique/câble coaxial (<i>hybrid fiber/coax system</i>)
HRC	porteuse en relation harmonique (<i>harmonic related carrier</i>)
IB	dans la bande (<i>in-band</i>)
IC	canal d'interaction (<i>interaction channel</i>)
ICMP	protocole de message de commande Internet (<i>Internet control message protocol</i>)
IE	élément d'information (<i>information element</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IIM	module d'interface pour l'interaction (<i>interactive interface module</i>)
INA	adaptateur réseau interactif (<i>interactive network adapter</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
IQ	composantes en phase et en quadrature (<i>in-phase and quadrature components</i>)
IRC	système de porteuses en relation additive (<i>incremental related carriers</i>)
IRD	récepteur-décodeur intégré (<i>integrated receiver decoder</i>)
ISO	Organisation internationale de normalisation (<i>international organization for standardization</i>)
JCTEA	Japan Cable Television Engineering Association
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LEN	longueur (en octets, sauf indication contraire) [<i>length (in bytes unless otherwise stated)</i>]
LFSR	registre à décalage avec réinjection linéaire (<i>linear feedback shift register</i>)

LLC	procédure de commande de liaison logique (<i>logical link control procedure</i>)
LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
LT	heure locale (<i>local time</i>)
MAC	commande d'accès au support physique (<i>media access control</i>)
MAQ	modulation d'amplitude de porteuses en quadrature
MC	équipement multimédia central
MCNS	systèmes de réseau câblé multimédia (<i>multimedia cable network system</i>)
MDP	modulation par déplacement de phase
MDPQ	modulation par déplacement de phase quadrivalente
MH	équipement multimédia d'abonné (<i>multimedia home equipment</i>)
MMDS	système de radiodistribution multipoint (<i>multi-channel multi-point distribution systems</i>)
MPEG	groupe d'experts pour les images animées (<i>moving picture experts group</i>)
MRF	multiplexage par répartition en fréquence
MSAP	point d'accès au service MAC (<i>MAC service access point</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
MTTR	durée moyenne de réparation; temps moyen de dépannage (<i>mean time to repair</i>)
NCTA	National Cable Television Association
NIU	unité d'interface avec le réseau (<i>network interface unit</i>)
NSAP	point d'accès au service du réseau (<i>network service access point</i>)
NTSC	National Television Systems Committee
OOB	hors bande (<i>out of band</i>)
OSI	interconnexion des systèmes ouverts (<i>open systems interconnection</i>)
OUI	identificateur propre à une organisation (<i>organization unique identifier</i>)
PHY	couche Physique (<i>physical layer</i>)
PID	identificateur de paquet (<i>packet identifier</i>)
PM	modulation par impulsion (<i>pulse modulation</i>)
PMD	sous-couche dépendante du support physique (<i>physical media dependent sublayer</i>)
PSI	information spécifique au programme
QS	qualité de service
REQ	indicateur de demande utilisé dans l'Annexe B
RF	radiofréquence
RFC	demande d'observations (<i>request for comments</i>)
RIP	protocole d'information de routage (<i>routing information protocol</i>)
RNG	télémétrie (<i>ranging</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RTD	temps de propagation aller et retour (<i>round trip delay</i>)
RTGC	réseau téléphonique général commuté
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SAP	point d'accès au service (<i>service access point</i>)
SDU	unité de données de service (<i>service data unit</i>)
SID	identificateur de service (<i>service identifier</i>)
SMATV	système de réception collective de télévision par satellite (<i>satellite master antenna television</i>)
SMS	système de gestion du spectre (<i>spectrum management system</i>)

SNAP	point de raccordement au sous-réseau (<i>subnetwork access protocol</i>)
SNMP	protocole simple de gestion de réseau (<i>simple network management protocol</i>)
STB	boîtier convertisseur-décodeur (<i>set-top box</i>)
STU	unité terminale d'abonné; moniteur (<i>set-top unit</i>)
SYNC	synchronisation
TC	sous-couche de convergence de transmission (<i>transmission convergence sublayer</i>)
TCP	protocole de commande de transmission (<i>transmission control protocol</i>)
TFTP	protocole de transfert de fichiers simplifié (<i>trivial file transfer protocol</i>)
TLV	type/longueur/valeur (<i>type/length/value</i>)
TS	flux de transport (<i>transport stream</i>)
UCC	changement de voie montante (<i>upstream channel change</i>)
UCD	descripteur de voie montante (<i>upstream channel description</i>)

5 Services interactifs de télévision par câble

Pour les services interactifs de télévision par câble, il est recommandé d'utiliser les systèmes appropriés décrits dans les annexes de la présente Recommandation conjointement avec les systèmes appropriés de distribution par câble décrits dans la Recommandation J.83.

Annexe A

Canal d'interaction destiné aux systèmes de télédistribution par câble pour la diffusion vidéo numérique

A.1 Domaine d'application

La présente annexe est issue des travaux effectués au sujet de la fourniture de canaux d'interaction pour les réseaux de télévision par câble (CATV) en Europe [ETS 300 800].

Elle n'est pas destinée à spécifier une solution de voie retour associée à chaque système de diffusion, car l'interopérabilité des différents supports de transmission de la voie retour est souhaitable.

Ces solutions fournies en matière de canal d'interaction pour réseaux CATV font partie d'un ensemble plus large de mises en œuvre possibles de services interactifs pour systèmes de diffusion vidéo numérique.

A.2 Références normatives

Voir partie commune de la présente Recommandation.

A.3 Abréviations

Voir partie commune de la présente Recommandation.

A.4 Modèle de référence pour l'architecture système de canaux d'interaction à bande étroite dans un scénario de diffusion (services interactifs asymétriques)

A.4.1 Modèle de pile de protocoles

Pour les services interactifs asymétriques qui assurent la diffusion aux abonnés avec voie retour à bande étroite, un modèle de communications simple comprend les couches suivantes:

- **couche Physique:** dans laquelle tous les paramètres physiques (électriques) de transmission sont définis;
- **couche Transport:** définit toutes les structures de données et tous les protocoles de communication significatifs tels que les conteneurs de données, etc.;
- **couche Application:** logiciels d'application interactive et environnements opérationnels (par exemple application de téléachat, interpréteur de script, etc.).

La présente spécification traite les deux couches inférieures (Physique et Transport) laissant la couche Application ouverte à la libre concurrence du marché.

Un modèle simplifié des couches OSI a été adopté pour faciliter l'élaboration de spécifications pour ces nœuds. La Figure A.1 montre les couches inférieures du modèle simplifié et identifie certains des paramètres clés des deux couches inférieures. En tenant compte des besoins d'utilisateur en matière de services interactifs, la présente spécification ne traite à aucun moment les couches supérieures.

La présente spécification traite uniquement des aspects spécifiques aux réseaux CATV. Les protocoles indépendants du réseau seront spécifiés séparément [ETS 300 802].

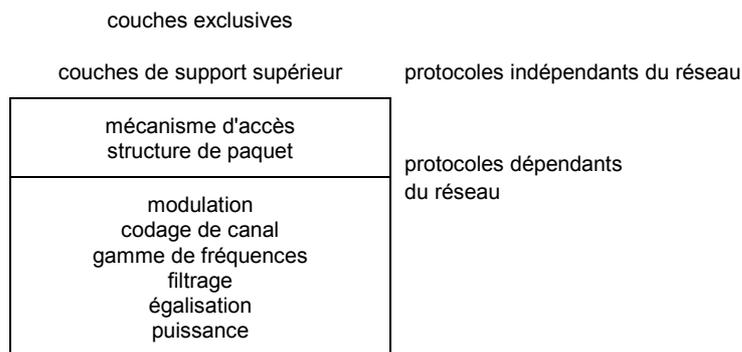


Figure A.1/J.112 – Structure de couche d'un modèle de référence de système générique

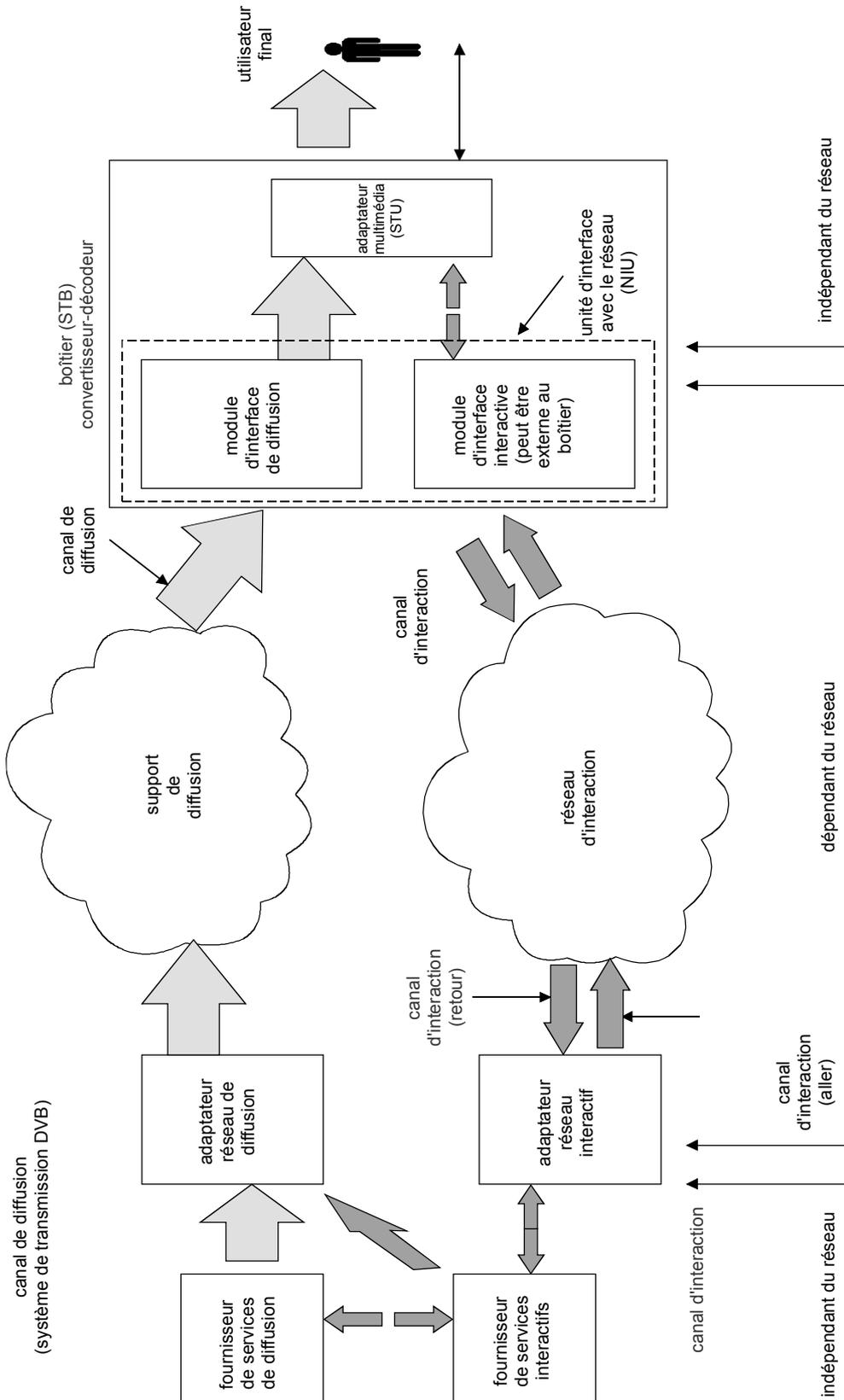
A.4.2 Modèle de système

La Figure A.2 illustre le modèle de système à utiliser dans le cadre de la diffusion vidéonumérique pour services interactifs.

Dans le modèle de système, deux canaux sont établis entre le fournisseur de services et l'utilisateur:

- **Canal de diffusion (BC):** canal de diffusion unidirectionnel à large bande, qui contient des signaux vidéo, audio et des données. Le canal de diffusion est établi du fournisseur de services vers les utilisateurs. Il peut contenir la voie d'interaction aller.
- **Canal d'interaction (IC):** canal d'interaction bidirectionnel établi entre le fournisseur de services et l'utilisateur aux fins d'interaction. Il se compose de:
 - **voie d'interaction retour** (voie retour): de l'utilisateur vers le fournisseur de services. Elle est utilisée pour faire des demandes auprès du fournisseur de services ou pour répondre à des questions. Il s'agit d'un canal à bande étroite. Elle est communément appelée voie retour;
 - **voie d'interaction aller:** du fournisseur de services vers l'utilisateur. Elle est utilisée par le fournisseur de services pour fournir certains types d'information à l'utilisateur et pour toute autre communication nécessaire à la mise en œuvre du service interactif. Elle peut être insérée dans le canal de diffusion. Dans le cadre de certaines mises en œuvre simples qui utilisent le canal de diffusion pour le transport de données vers l'utilisateur, il est possible que ce canal ne soit pas nécessaire.

Le terminal utilisateur se compose de l'unité d'interface avec le réseau (NIU) [qui est constituée de module d'interface de diffusion (BIM) et du module d'interface pour l'interaction (IIM)] et de l'unité terminale d'abonné (STU). Le terminal utilisateur assure l'interface pour le canal de diffusion et pour le canal d'interaction. L'interface entre le terminal utilisateur et le réseau d'interaction est réalisée par le module d'interface pour l'interaction.



T0904350-97/d001

Figure A.2/J.112 – Modèle de référence de système générique pour systèmes interactifs

A.5 Spécification de canal d'interaction pour réseaux CATV

Les infrastructures CATV peuvent assurer la mise en œuvre de la voie retour pour services interactifs adaptée aux systèmes de diffusion vidéo numérique (DVB).

La CATV peut être utilisée pour la mise en œuvre de services interactifs dans l'environnement DVB en fournissant une voie de communication bidirectionnelle entre le terminal utilisateur et le fournisseur de services.

A.5.1 Concept du système

Le système interactif est composé d'une voie d'interaction aller (sens descendant) et d'une voie d'interaction retour (sens montant). Le concept général est d'utiliser la transmission dans le sens descendant de l'adaptateur réseau interactif (INA) vers les unités d'interface avec le réseau (NIU) pour fournir la synchronisation et les informations à toutes les unités NIU. Ceci permet aux unités NIU de s'adapter au réseau et de transmettre des informations synchronisées dans le sens montant.

La transmission dans le sens montant est répartie en intervalles de temps qui peuvent être utilisés par différents utilisateurs en appliquant la technique de l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). Une voie descendante est utilisée pour synchroniser jusqu'à 8 voies montantes, qui sont toutes réparties en intervalles de temps. Périodiquement, un compteur de l'adaptateur INA est envoyé aux unités NIU de sorte que toutes les unités NIU fonctionnent avec la même horloge. Ceci donne la possibilité à l'adaptateur INA d'attribuer des intervalles de temps à différents utilisateurs.

Trois modes d'accès principaux sont possibles avec ce système. Le premier mode d'accès est fondé sur une base contention, qui permet aux utilisateurs d'envoyer des informations à tout moment avec le risque d'entrer en collision avec les transmissions d'autres utilisateurs. Les deuxième et troisième modes d'accès sont fondés sur une base sans contention, où l'adaptateur INA peut soit fournir une quantité donnée d'intervalles à une unité NIU spécifique, ou un débit donné demandé par une unité NIU jusqu'à ce que l'adaptateur INA interrompe la connexion à la demande de l'unité NIU. Ces modes d'accès sont partagés de manière dynamique entre les intervalles de temps, ce qui permet aux unités NIU de savoir à quel moment la transmission sur une base contention est autorisée et à quel moment elle ne l'est pas. Ceci afin d'éviter une collision aux deux modes d'accès fondés sur une base sans contention.

Périodiquement, l'adaptateur INA indique aux nouveaux utilisateurs qu'ils ont la possibilité d'ouvrir une session, afin de leur donner la possibilité de synchroniser leur horloge par rapport à l'horloge réseau sans risquer de collisions avec des utilisateurs déjà actifs. Ceci est réalisé en donnant un intervalle de temps plus long aux nouveaux utilisateurs pour envoyer leurs informations, en tenant compte du temps de propagation aller-retour nécessaire entre l'adaptateur INA et les unités NIU.

A.5.1.1 Principe hors bande/dans la bande

Ce système interactif est fondé soit sur une signalisation hors bande (OOB) ou dans la bande (IB) dans le sens descendant. Il n'est toutefois pas nécessaire que les boîtiers prennent en charge les deux systèmes.

Dans le cas d'une signalisation hors bande, une voie d'interaction aller est ajoutée. Cette voie est réservée uniquement aux données d'interactivité et aux informations de commande. Dans ce cas, la présence de cette voie d'information aller est obligatoire. Il est néanmoins également possible d'envoyer des informations descendantes à un débit supérieur par un canal DVB-C dont la fréquence est indiquée dans la voie d'information aller.

Dans le cas de signalisation dans la bande, la voie d'information aller est insérée dans le flux de transport MPEG-2 d'un canal DVB-C. Il convient de noter qu'il n'est pas obligatoire d'inclure la voie d'information aller dans tous les canaux DVB-C.

Les deux systèmes peuvent assurer la même qualité de service. Il existe toutefois une différence d'architecture système générale entre les réseaux utilisant des boîtiers IB et ceux utilisant des boîtiers OOB. Il convient également de noter que les deux systèmes peuvent coexister sur un même réseau à condition d'utiliser différentes fréquences pour chaque système.

A.5.1.2 Répartition du spectre

La Figure A.3 indique une répartition du spectre possible. Bien que non contraignante, une ligne directrice recommande l'utilisation des gammes, ou de certaines parties des gammes de fréquences préférentielles suivantes: 70-130 MHz ou 300-862 MHz pour la voie d'interaction aller (sens descendant OOB) et 5-65 MHz pour la voie d'interaction retour (sens montant). Afin d'éviter des problèmes de filtrage dans les amplificateurs RF bidirectionnels et dans les boîtiers, la limite supérieure de 65 MHz pour le flux montant ne doit pas être utilisée conjointement avec la limite inférieure de 70 MHz pour le flux descendant dans un même système. Pour les réseaux passifs, la gamme de fréquences 5-65 MHz peut être utilisée de manière bidirectionnelle. De plus, afin d'éviter des dégradations de fréquences intermédiaires de boîtiers aussi bien que de récepteurs analogiques dans le même réseau, il peut s'avérer nécessaire d'éliminer certaines parties de la gamme 5-65 MHz qui comprend les gammes de fréquences intermédiaires de ces appareils.

NOTE – Afin de fixer des limites détaillées en matière de gamme(s) de fréquences utilisable(s), des études supplémentaires doivent être réalisées en matière d'immunité des récepteurs aux fréquences intermédiaires.

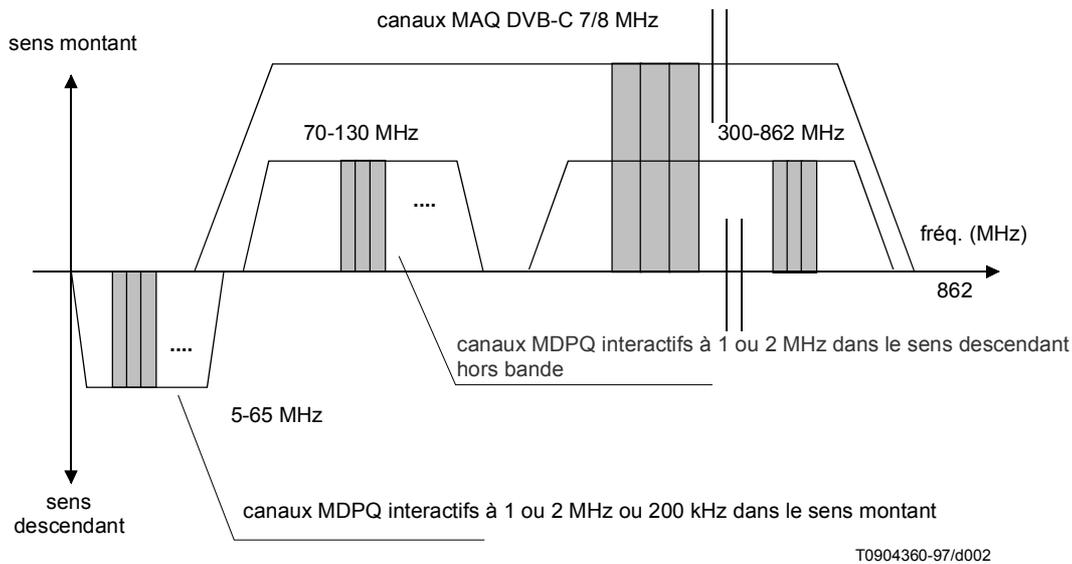


Figure A.3/J.112 – Gammes de fréquences préférentielles DVB pour systèmes interactifs CATV

A.5.1.3 Accès multiple MRF/AMRT

Une méthode d'accès multiple est définie afin de permettre à différents utilisateurs de partager le même support de transmission. L'information dans le sens descendant est diffusée à tous les utilisateurs du réseau. De cette manière, une adresse est attribuée à chaque utilisateur, ce qui permet à l'adaptateur INA d'envoyer des informations en diffusion individuelle à un utilisateur particulier. Deux adresses sont mises en mémoire dans les boîtiers afin d'identifier les utilisateurs sur le réseau:

- adresse MAC: il s'agit d'une valeur de 48 bits qui représente l'adresse MAC unique de l'unité NIU. Cette adresse MAC peut être codée dans l'équipement technique de l'unité NIU ou fournie par une source externe;
- adresse de point d'accès au service du réseau (NSAP): il s'agit d'une valeur de 160 bits qui représente une adresse réseau. Cette adresse est fournie par des couches de niveau supérieur au cours de la communication.

Les informations montantes peuvent provenir de tout utilisateur du réseau et doivent par conséquent être différenciées au niveau de l'adaptateur INA en utilisant l'ensemble d'adresses défini ci-dessus.

Les voies montantes et descendantes OOB sont réparties en canaux séparés d'une largeur de bande de 1 ou 2 MHz pour le sens descendant et 1 ou 2 MHz ou 200 kHz pour le sens montant. Chaque voie descendante contient une trame de synchronisation utilisée par au plus 8 différentes voies montantes, dont les fréquences sont indiquées dans le protocole de commande d'accès au support physique (MAC).

Dans les voies montantes, les utilisateurs envoient des paquets par les accès de type AMRT. Ceci implique que chaque canal est partagé entre de nombreux différents utilisateurs qui peuvent soit envoyer des paquets avec un risque de collision possible lorsque cela est autorisé par l'adaptateur INA, ou faire une demande de transmission et utiliser les paquets attribués spécifiquement à chaque utilisateur par l'adaptateur INA. En supposant, par conséquent, que chaque canal peut prendre en charge des milliers d'utilisateurs simultanément, la largeur de bande dans le sens montant peut facilement être utilisée par tous les utilisateurs présents sur le réseau en même temps.

La technique d'accès AMRT utilise une méthodologie d'intervalles qui permet de synchroniser les heures de début de transmission avec une source d'horloge commune. La synchronisation des heures de début augmente le débit de messages de ce canal de signalisation du fait que les paquets de messages ne se chevauchent pas pendant la transmission. La période entre les heures de début séquentielles est identifiée en tant qu'intervalle. Chaque intervalle est un instant dans le temps où un paquet de messages peut être transmis par la liaison de signalisation.

La référence de temps pour la localisation d'intervalles est reçue par les voies descendantes produites par le système de sortie et reçue simultanément par toutes les unités terminales d'abonné. Il convient de noter que cette référence de temps n'est pas envoyée de la même manière pour la signalisation OOB et IB. Dans la mesure où toutes les unités NIU ont pour référence la même base de temps, les durées d'intervalle sont alignées pour toutes les unités NIU. Toutefois, étant donné que tout réseau de transmission comporte un temps de propagation, une méthode de télémétrie des bases de temps prend en charge les écarts de transmission dus aux temps de propagation.

Etant donné que la liaison de signalisation AMRT est utilisée par des unités NIU qui prennent part à des sessions interactives, le nombre d'intervalles de messages disponibles sur ce canal dépend du nombre d'utilisateurs simultanés. Lorsque des intervalles de messagerie ne sont pas utilisés, des intervalles de messages multiples peuvent être attribués à une unité NIU afin d'augmenter le débit de messagerie. Des attributions d'intervalles supplémentaires sont fournies à l'unité NIU par le flux d'information de signalisation dans le sens descendant.

Il existe différents modes d'accès pour les intervalles montants:

- intervalles réservés avec réservation à débit fixe (accès à débit fixe: l'utilisateur dispose d'un ou de plusieurs intervalles de temps réservés dans chaque activation de trame, par exemple pour les signaux vocaux, audio);
- intervalles réservés avec réservation dynamique (accès sur réservation: l'utilisateur envoie une information de commande annonçant sa demande de transmission. Il se voit attribuer l'utilisation d'intervalles);
- intervalles sur une base contention (ces intervalles sont accessibles à tout utilisateur. Des collisions sont possibles et résolues par un protocole de résolution des contentions);
- intervalles de télémétrie (ces intervalles sont utilisés dans le sens montant afin de mesurer et d'ajuster le retard et la puissance).

Ces intervalles peuvent être combinés sur une seule porteuse afin d'autoriser plusieurs services sur une seule porteuse. Si une porteuse est attribuée à un service spécifique, seuls les types d'intervalle nécessaires à ce service seront utilisés. Un terminal peut par conséquent être simplifié pour ne correspondre qu'aux types d'intervalle attribués au service.

A.5.1.4 Débits et verrouillage de trame

Pour la voie OOB descendante interactive, un débit de 1,544 Mbit/s ou de 3,088 Mbit/s peut être utilisé. Pour les voies IB descendantes, il n'existe aucune autre contrainte que celles spécifiées dans la spécification DVB-C, mais il est recommandé d'utiliser des débits de multiples de 8 kbit/s.

Les voies OOB descendantes transmettent continuellement une trame fondée sur un verrouillage de trame de type T1, dans laquelle des informations sont fournies pour la synchronisation des intervalles montants. Les voies IB descendantes transmettent certains paquets TS MPEG-2 avec un PID spécifique pour la synchronisation des intervalles montants (au moins un paquet contenant des informations de synchronisation doit être envoyé toutes les 3 ms).

Pour la transmission dans le sens montant, l'adaptateur INA peut indiquer trois types de débit de transmission aux utilisateurs, spécifiquement 3,088 Mbit/s, 1,544 Mbit/s ou 256 kbit/s. L'adaptateur INA est chargé d'indiquer le débit qui peut être utilisé par les unités NIU. Cela implique que toutes les unités NIU doivent pouvoir transmettre à un débit de 256 kbit/s, 1,544 Mbit/s ou 3,088 Mbit/s. Seule la mise en œuvre d'un de ces débits est obligatoire.

Le verrouillage de trame dans le sens montant se fait par paquets de 512 bits (256 symboles) qui sont envoyés en mode rafale par les différents utilisateurs présents sur le réseau. Les débits d'intervalles montants sont de 6000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, de 3000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s et de 500 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s.

A.5.2 Spécification de couche Physique inférieure

Le présent sous-paragraphe fournit des informations détaillées en matière de spécification de couche Physique inférieure. Les Figures A.4 et A.5 montrent les schémas de principe conceptuels pour l'application de la présente spécification.

A.5.2.1 Voie d'interaction aller (hors bande dans le sens descendant)

A.5.2.1.1 Gamme de fréquences (hors bande dans le sens descendant)

La gamme de fréquences n'est pas spécifiée comme étant obligatoire bien qu'une ligne directrice recommande l'utilisation des gammes, ou de certaines parties des gammes, de fréquences préférentielles 70-130 MHz ou 300-862 MHz, afin de simplifier la syntonisation de l'unité NIU. La stabilité de fréquence doit s'inscrire dans la gamme $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ mesurée à la limite supérieure de la gamme de fréquences.

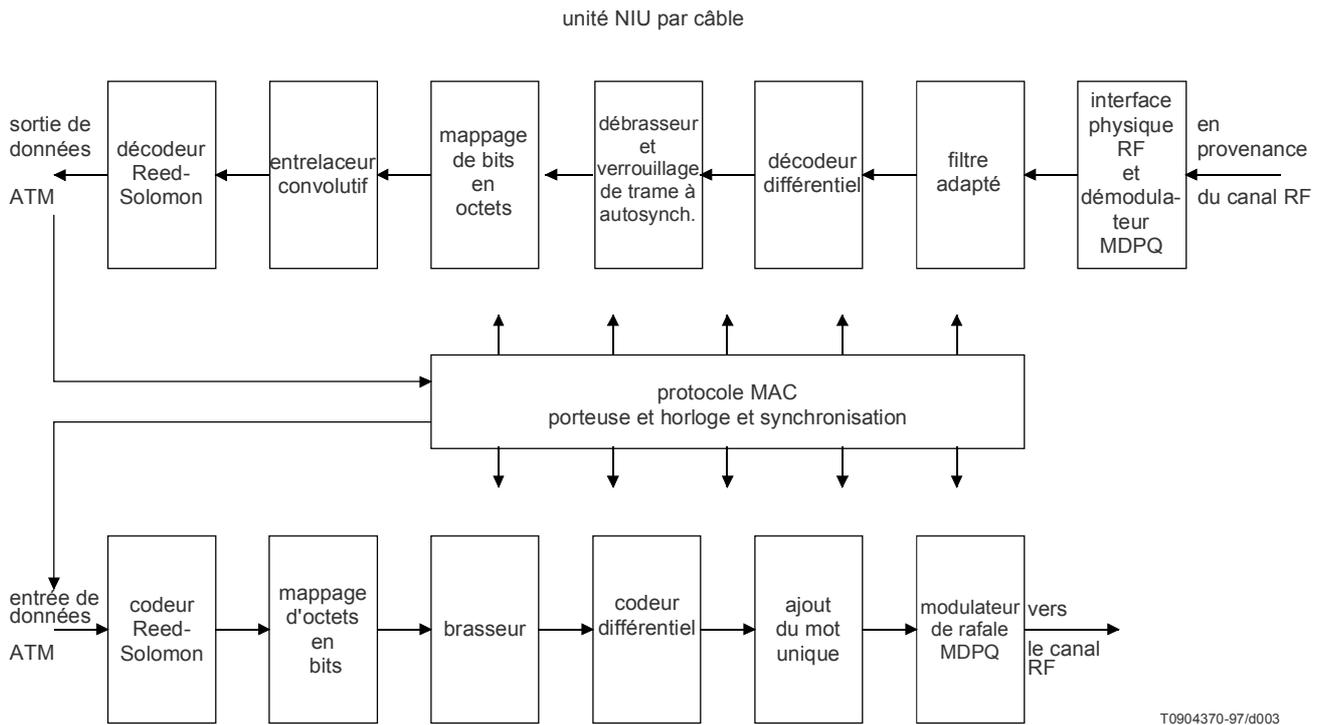


Figure A.4/J.112 – Schéma de principe conceptuel pour l'émetteur-récepteur OOB d'unité NIU

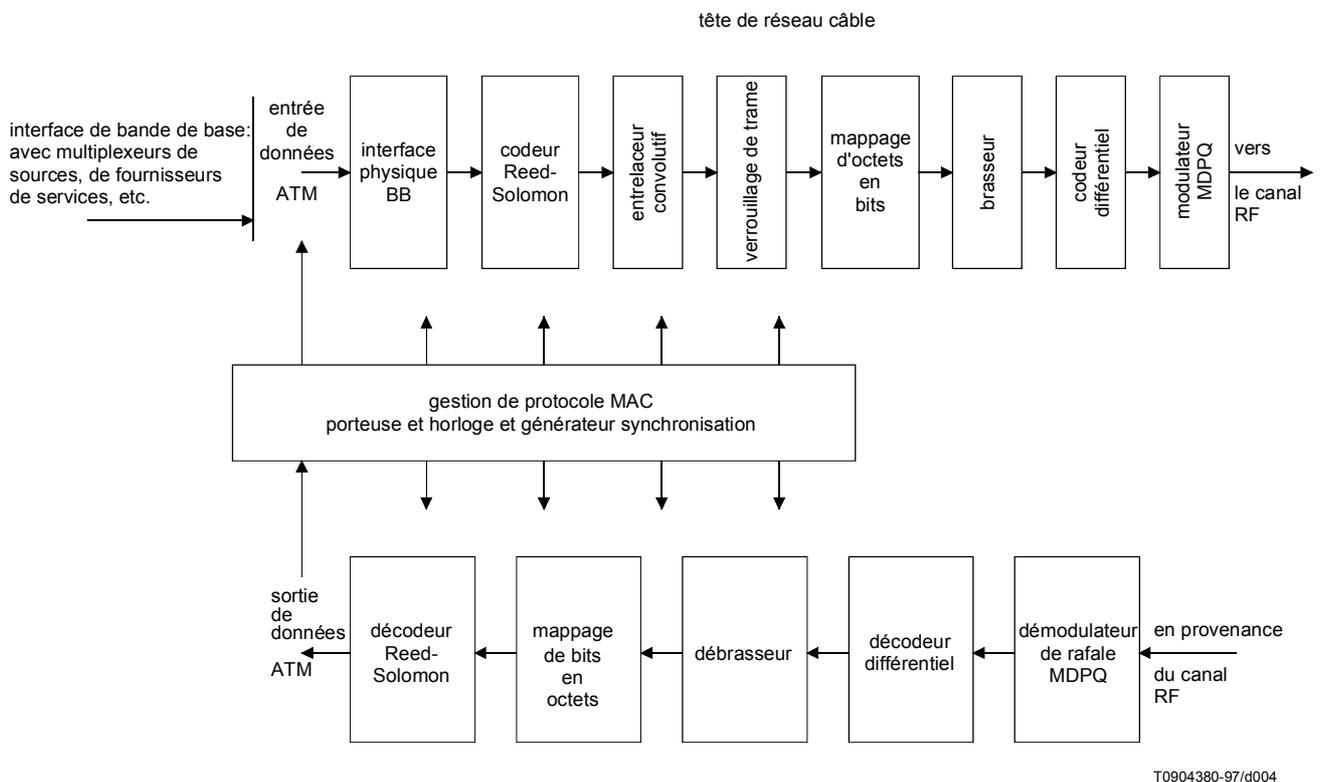


Figure A.5/J.112 – Schéma de principe conceptuel pour l'émetteur-récepteur de tête de réseau OOB

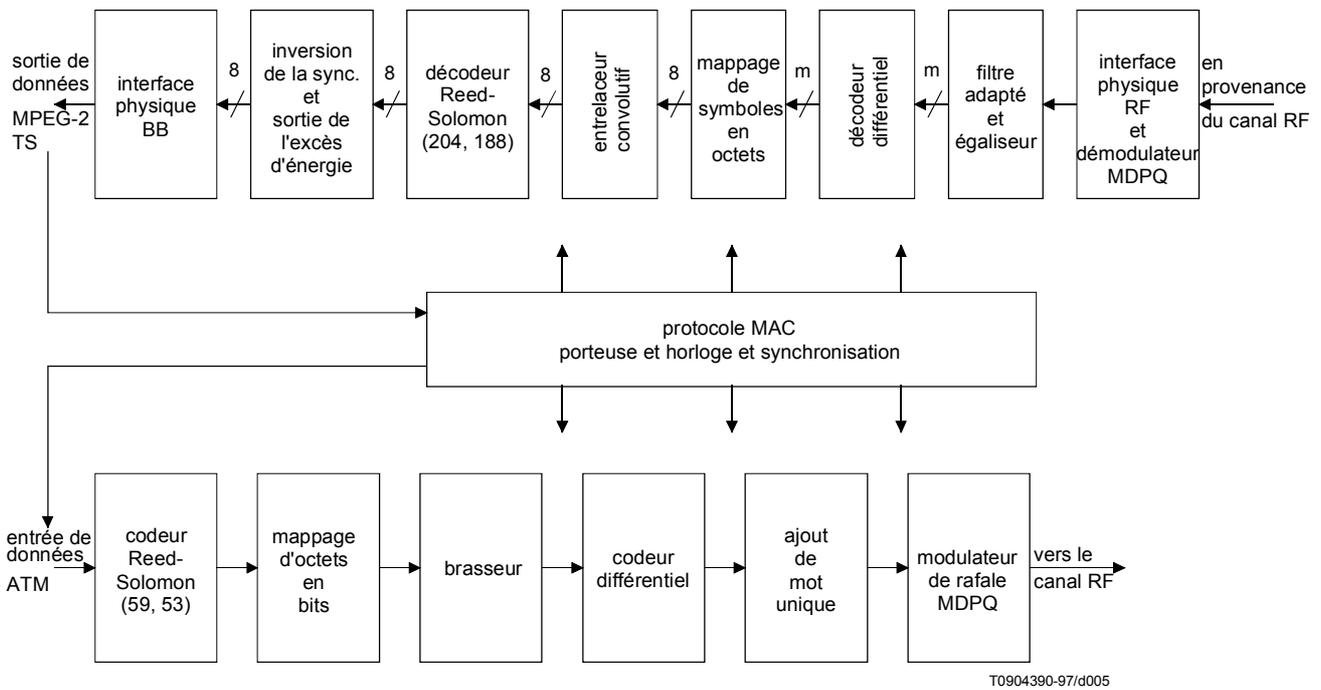


Figure A.6/J.112 – Schéma de principe conceptuel pour l'émetteur-récepteur IB d'unité NIU

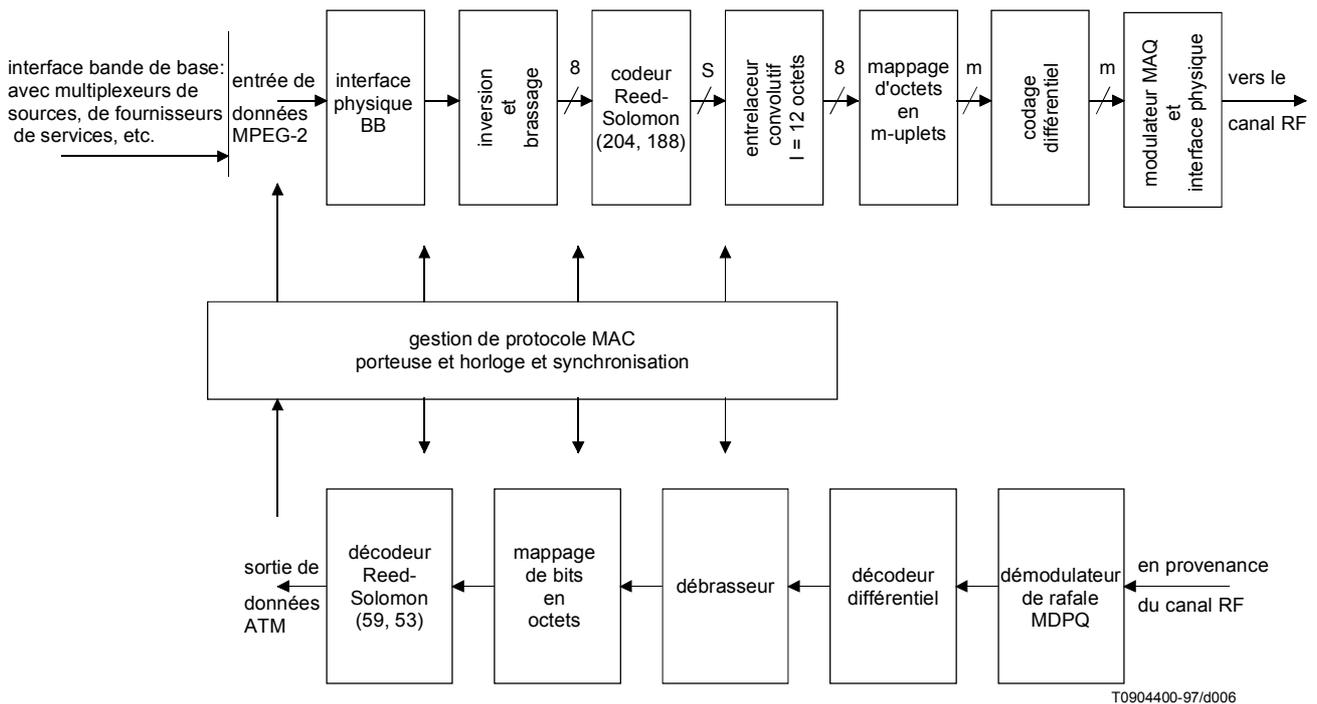


Figure A.7/J.112 – Schéma de principe conceptuel pour l'émetteur-récepteur de tête de réseau IB

A.5.2.1.2 Modulation et mappage (hors bande dans le sens descendant)

La modulation MDPQ est utilisée comme moyen de codage d'informations numériques transmises par câble ou fibre optique. Cette méthode est un sous-ensemble de la modulation par déplacement de phase (MDP) qui est un sous-ensemble de la modulation de phase (PM). La modulation MDPQ est spécifiquement une utilisation à quatre niveaux de la modulation de phase (PM) numérique. Les représentations de signal en quadrature impliquent l'expression d'une forme sinusoïdale de phase arbitraire par une combinaison linéaire d'une courbe cosinus et d'une courbe sinus avec zéro comme phases de début.

Les systèmes MDPQ nécessitent l'utilisation d'un codage différentiel et de la détection différentielle correspondante. Ceci provient du fait que les récepteurs n'ont pas de méthode permettant de déterminer si une référence restituée est une référence sinus ou une référence cosinus. En outre, la polarité de la référence restituée est incertaine.

Le codage différentiel transmet l'information en différence de phase codée entre les deux signaux successifs. Le modulateur traite les symboles binaires numériques pour réaliser un codage différentiel et transmet ensuite les phases absolues. Le codage différentiel est mis en œuvre au niveau numérique.

Le codeur différentiel doit accepter les bits A, B en séquence, et produire des déphasages comme le montre le Tableau A.1:

Tableau A.1/J.112 – Déphasages associés aux bits A, B

A	B	Déphasage
0	0	aucun
0	1	+90°
1	1	180°
1	0	-90°

En mode série, A arrive en premier. Les sorties I, Q du codeur différentiel correspondent aux états de phase indiqués à la Figure A.8.

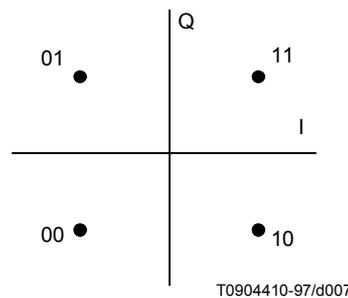


Figure A.8/J.112 – Mappage pour la constellation MDPQ (hors bande dans le sens descendant)

Les déphasages peuvent également être exprimés par les formules suivantes (dans l'hypothèse que la constellation est mappée de I et Q de la manière indiquée au A.5.2.2.2):

$$\begin{cases} A_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (Q_{k-1} \oplus Q_k) + \overline{(I_k \oplus Q_{k-1})} \times (I_k \oplus I_{k-1}) \\ B_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (I_{k-1} \oplus I_k) + \overline{(I_{k-1} \oplus Q_k)} \times (Q_k \oplus Q_{k-1}) \end{cases}$$

où k est l'indice temporel.

Le déséquilibre d'amplitude I/Q doit être inférieur à 1,0 dB, et le déséquilibre de phase inférieur à 2,0°.

A.5.2.1.3 Filtre de mise en forme (hors bande dans le sens descendant)

La réponse temps-domaine d'une impulsion en racine de cosinus carré surélevé à paramètre de largeur de bande α par excès est donnée par:

$$g(t) = \frac{\sin\left[\frac{\pi t}{T}(1-\alpha)\right] + \frac{4\alpha t}{T} \cos\left[\frac{\pi t}{T}(1+\alpha)\right]}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{4\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

où T est la période du symbole.

Le signal de sortie doit être défini par:

$$S(t) = \sum_n [I_n \times g(t - nT) \times \cos(2\pi f_c t) - Q_n \times g(t - nT) \times \sin(2\pi f_c t)]$$

avec I_n et Q_n égaux à ± 1 , indépendamment l'un de l'autre, et f_c la fréquence porteuse du modulateur MDPQ.

Le modulateur MDPQ répartit les flux binaires entrants de sorte que les bits soient envoyés alternativement au modulateur en phase I et au modulateur déphasé Q. Ces mêmes flux binaires apparaissent aux sorties des détecteurs de phase respectifs du démodulateur où ils sont à nouveau entrelacés en un flux binaire série.

La largeur de bande occupée d'un signal MDPQ est donnée par l'équation:

$$\text{largeur de bande} = \text{Error!} (1 + \alpha)$$

f_b = débit

α = largeur de bande par excès = 0,30

Pour les deux débits: 1,544 Mbit/s (degré A) et 3,088 Mbit/s (degré B), le spectre de puissance de l'émetteur MDPQ doit être conforme au masque de spectre de puissance donné dans le Tableau A.2 et à la Figure A.9. Le masque de spectre de puissance doit être appliqué de manière symétrique par rapport à la fréquence porteuse.

Tableau A.2/J.112 – Spectre de puissance d'un émetteur en MDPQ dans le sens descendant

$ (f - f_c)/f_N $	Spectre de puissance
$\leq 1 - \alpha$	$0 \pm 0,25$ dB
à 1	$-3 \pm 0,25$ dB
à $1 + \alpha$	≤ -21 dB
≥ 2	≤ -40 dB

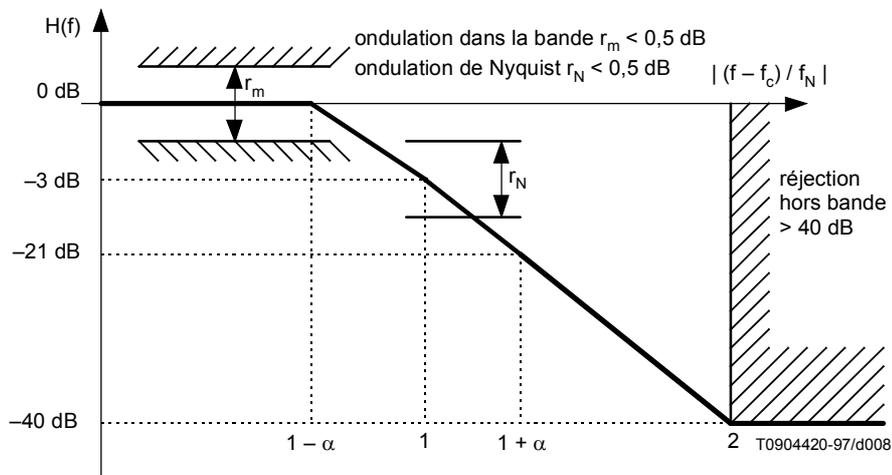


Figure A.9/J.112 – Spectre de puissance d'un émetteur en MDPQ dans le sens descendant

Les systèmes MDPQ nécessitent l'utilisation d'un codage différentiel et d'une détection différentielle correspondante. Ceci provient du fait que les récepteurs n'ont pas de méthode permettant de déterminer si une référence restituée est une référence sinus ou une référence cosinus. En outre, la polarité de la référence restituée est incertaine.

Le codage différentiel transmet l'information en différence de phase codée entre les deux signaux successifs. Le modulateur traite les symboles binaires numériques pour réaliser un codage différentiel et transmet ensuite les phases absolues. Le codage différentiel est mis en œuvre au niveau numérique.

A.5.2.1.4 Brasseur (hors bande dans le sens descendant)

Après avoir ajouté les octets FEC (voir A.5.3), toutes les données 1,544 Mbit/s (ou 3,088 Mbit/s) sont passées par un brasseur à 6 registres à décalage avec réinjection linéaire (LFSR) afin d'assurer une distribution aléatoire des "un" et des zéros. Le polynôme générateur est: $x^6 + x^5 + 1$. La conversion octet/série doit se faire avec le bit de plus fort poids en premier. Un débrasseur à autosynchronisation supplémentaire est utilisé dans le récepteur afin de restituer les données.

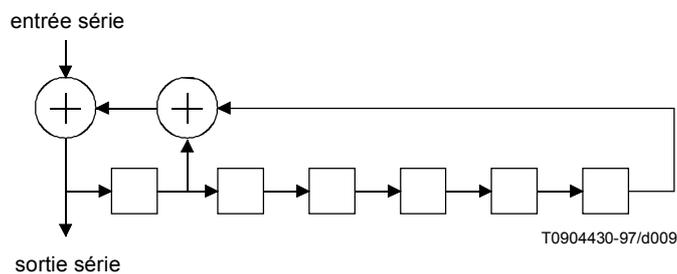


Figure A.10/J.112 – Brasseur

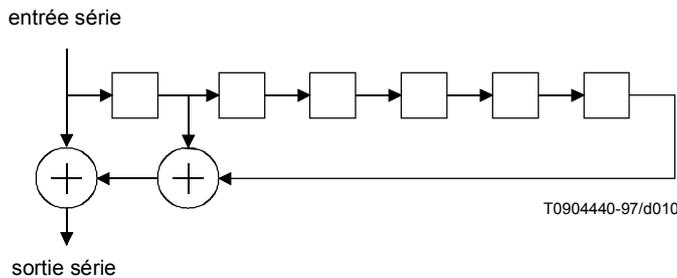


Figure A.11/J.112 – Débrasseur

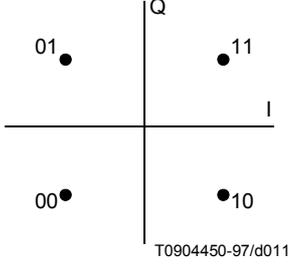
A.5.2.1.5 Débit (hors bande dans le sens descendant)

Le débit doit être de 1,544 Mbit/s ou de 3,088 Mbit/s. Seul l'un de ces débits est obligatoire dans l'unité NIU. Il convient que la précision de la rapidité de modulation soit de $\pm 50 \cdot 10^{-6}$.

A.5.2.1.6 Niveau de puissance du récepteur (hors bande dans le sens descendant)

Le niveau de puissance du récepteur doit s'inscrire dans une gamme allant de 42 à 75 dB μ V (efficace) (75 Ω) à son entrée.

A.5.2.1.7 Résumé (hors bande dans le sens descendant)

Débit de transmission	1,544 Mbit/s pour degré A 3,088 Mbit/s pour degré B															
Modulation	Codage différentiel MDPQ															
Filtrage d'émission	Le filtrage est $\alpha = 0,30$ racine de cosinus carré surélevé															
Espacement des canaux	1 MHz pour degré A 2 MHz pour degré B															
Valeur des paliers de fréquence	250 kHz (granularité de fréquence centrale)															
Brassage	Après avoir ajouté les octets FEC, toutes les données 1,544 Mbit/s (ou 3,088 Mbit/s) sont passées par un brasseur à 6 registres à décalage avec réinjection linéaire (LFSR) afin d'assurer une distribution aléatoire des "un" et des zéros. Le polynôme générateur est: $x^6 + x^5 + 1$. La conversion octet/série doit se faire avec le bit de plus fort poids en premier. Un débrasseur à autosynchronisation supplémentaire est utilisé dans le récepteur afin de restituer les données.															
Codage différentiel	Le codeur différentiel doit accepter les bits A, B en séquence, et produire des déphasages de la manière suivante: <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Déphasage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Aucun</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>+90°</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>180°</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-90°</td> </tr> </tbody> </table> En mode série, A arrive en premier.	A	B	Déphasage	0	0	Aucun	0	1	+90°	1	1	180°	1	0	-90°
A	B	Déphasage														
0	0	Aucun														
0	1	+90°														
1	1	180°														
1	0	-90°														
Constellation d'états du signal	Les sorties I, Q du codeur différentiel mappent les états de phase indiqués à la Figure A.12.  T0904450-97/d011 Figure A.12/J.112															
Gamme de fréquences	Recommandée mais non obligatoire 70 à 130 MHz ou 300 à 862 MHz															
Stabilité de fréquence	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$ mesurée à la limite supérieure de la gamme de fréquences															
Précision de rapidité de modulation	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$															
Suppression de l'onde porteuse	> 30 dB															
Déséquilibre d'amplitude I/Q	< 1,0 dB															
Déséquilibre de phase I/Q	< 2,0°															
Niveau de puissance de réception à l'entrée	42 – 75 dB μ V (efficace) (75 Ω)															
Masque spectral d'émission	Un masque commun pour les deux débits: 1,544 Mbit/s (degré A) et 3,088 Mbit/s (degré B) est fourni dans le Tableau A.2 et à la Figure A.9															

A.5.2.1.8 Taux d'erreur binaire hors bande dans le sens descendant (informatif)

Il convient que le taux d'erreur binaire de l'unité NIU soit inférieur à 10^{-10} (après correction d'erreur, c'est-à-dire 1 erreur toutes les deux heures à un débit de 1,5 Mbit/s) à $C/N > 20$ dB pour les transmissions dans le sens descendant. C/N est le rapport porteuse sur bruit significatif pour le processus de démodulation (largeur de bande Nyquist pour bruit blanc).

A.5.2.2 Voie d'interaction aller (dans la bande dans le sens descendant)

La voie d'interaction aller dans la bande doit utiliser un flux MPEG-2 TS avec un canal MAQ modulé tel que défini par ETS 300 429. Il convient que la gamme de fréquences, l'espacement des canaux, et d'autres paramètres de couche Physique inférieure soient conformes à cette spécification.

A.5.2.3 Voie d'interaction retour (sens montant)

A.5.2.3.1 Gamme de fréquences (sens montant)

La gamme de fréquences n'est pas spécifiée comme étant obligatoire bien qu'une ligne directrice recommande l'utilisation de 5-65 MHz. La stabilité de fréquence doit s'inscrire dans la gamme $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ mesurée à la limite supérieure de la gamme de fréquences.

A.5.2.3.2 Modulation et mappage (sens montant)

Le mot unique (CC CC CC 0D, voir A.5.3 verrouillage de trame dans le sens montant) n'est pas à codage différentiel, les sorties I, Q mappent aux états de phase comme indiqué à la Figure A.13.

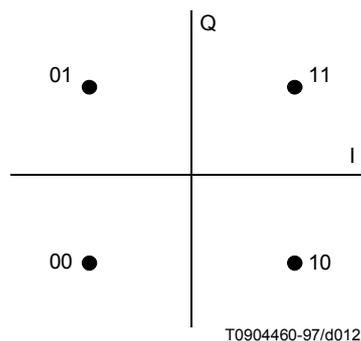


Figure A.13/J.112 – Mappage pour la constellation MDPQ (sens montant)

Pour les paquets restants, le codeur différentiel doit accepter les bits A, B en séquence, et produire des déphasages indiqués dans le Tableau A.3. Il commence avec le premier dibit d'information et est initialisé avec le dernier dibit du mot unique, c'est-à-dire (A, B = 0, 1) puisque la conversion se fait avec le bit de plus fort poids en premier.

Tableau A.3/J.112 – Déphasage correspondant aux bits A, B

A	B	Déphasage
0	0	aucun
0	1	+90°
1	1	180°
1	0	-90°

Les déphasages correspondent aux formules suivantes (dans l'hypothèse que I et Q sont mappés avec la constellation de la même manière que pour le mot unique):

$$\begin{cases} A_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (Q_{k-1} \oplus Q_k) + \overline{(I_k \oplus Q_{k-1})} \times (I_k \oplus I_{k-1}) \\ B_k = \overline{(I_{k-1} \oplus Q_{k-1})} \times (I_{k-1} \oplus I_k) + \overline{(I_{k-1} \oplus Q_k)} \times (Q_k \oplus Q_{k-1}) \end{cases}$$

où k est l'indice temporel.

Le déséquilibre d'amplitude I/Q doit être inférieur à 1,0 dB et le déséquilibre de phase inférieur à 2,0°.

A.5.2.3.3 Filtre de mise en forme (sens montant)

La réponse temps-domaine d'une impulsion en racine de cosinus carré surélevé à paramètre de largeur de bande α par excès est donnée par:

$$g(t) = \frac{\sin\left[\frac{\pi t}{T}(1-\alpha)\right] + \frac{4\alpha t}{T} \cos\left[\frac{\pi t}{T}(1+\alpha)\right]}{\frac{\pi t}{T} \left[1 - \left(\frac{4\alpha t}{T}\right)^2\right]}$$

où T est la période du symbole.

Le signal de sortie doit être défini par:

$$S(t) = \sum_n [I_n \times g(t - nT) \times \cos(2\pi f_c t) - Q_n \times g(t - nT) \times \sin(2\pi f_c t)]$$

avec I_n et Q_n égaux à ± 1 , indépendamment l'un de l'autre, et f_c la fréquence porteuse du modulateur MDPQ.

Le modulateur MDPQ répartit les flux binaires entrants de sorte que les bits soient envoyés alternativement au modulateur en phase I et au modulateur déphasé Q. Ces mêmes flux binaires apparaissent aux sorties des détecteurs de phase respectifs du démodulateur où ils sont à nouveau entrelacés en un flux binaire série.

Les paramètres de signal MDPQ sont:

- largeur de bande RF: $BW = (f_b/2) * (1 + \alpha)$;
- spectre RF occupé: $[f_c - BW/2, f_c + BW/2]$;
- rapidité de modulation: $f_s = f_b/2$;
- fréquence de Nyquist: $f_N = f_s/2$;

où f_b = débit, f_c = fréquence porteuse et α = largeur de bande par excès.

Pour les trois débits: 256 kbit/s (degré A), 1,544 Mbit/s (degré B) et 3,088 Mbit/s (degré C), le spectre de puissance de l'émetteur MDPQ doit être conforme au masque de spectre de puissance donné dans le Tableau A.4 et à la Figure A.14. Le masque de spectre de puissance doit être appliqué de manière symétrique par rapport à la fréquence porteuse.

Les spécifications qui doivent être appliquées à la modulation MDPQ pour la voie montante sont données dans le Tableau A.4.

Tableau A.4/J.112 – Spectre de puissance d'un émetteur en MDPQ dans le sens montant

$ (f-f_c)/f_N $	Spectre de puissance
$\leq 1 - \alpha$	$0 \pm 0,25$ dB
à 1	$-3 \pm 0,25$ dB
à $1 + \alpha$	≤ -21 dB
≥ 2	≤ -40 dB

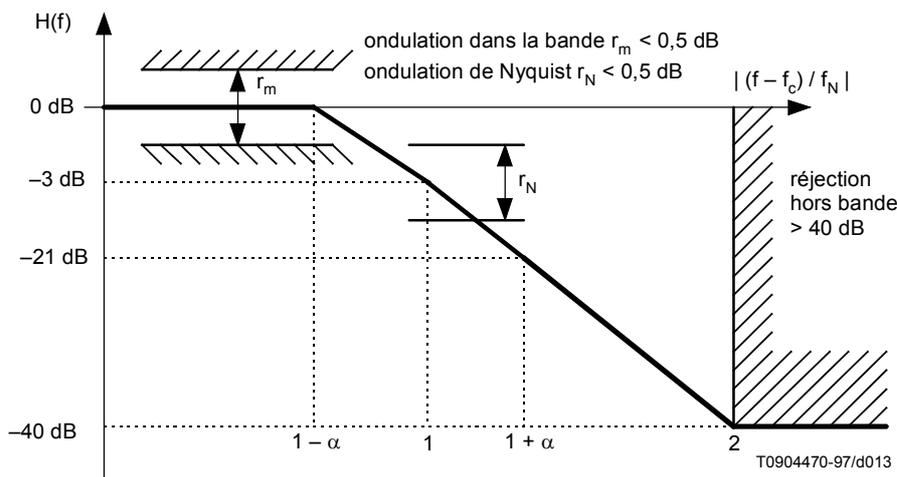


Figure A.14/J.112 – Spectre de puissance d'un émetteur en MDPQ dans le sens montant

A.5.2.3.4 Brasseur (sens montant)

Le mot unique doit être envoyé en clair (voir A.5.3). Après avoir ajouté les octets FEC, le brassage doit être appliqué uniquement à la zone de capacité utile et aux octets FEC, le brasseur réalisant une addition arithmétique modulo 2 des données avec une séquence pseudo-aléatoire. Toutes les valeurs de départ du polynôme générateur sont $x^6 + x^5 + 1$ à un. Il est supposé que la première valeur sortie du générateur pseudo-aléatoire prise en compte est 0. La conversion octet/série doit se faire avec le bit de plus fort poids en premier. La séquence binaire produite par le registre à décalage commence par 00000100... Le premier "0" doit être ajouté au premier bit après le mot unique.

Un débrasseur à autosynchronisation supplémentaire est utilisé dans le récepteur afin de restituer les données. Le débrasseur doit être activé après détection du mot unique.

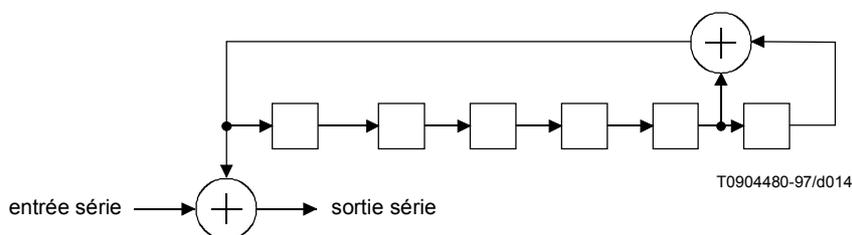


Figure A.15/J.112 – Brasseur

A.5.2.3.5 Débit (sens montant)

Trois degrés de débit de modulation sont spécifiés:

Tableau A.5/J.112 – Débits dans le sens montant pour les degrés de modulation A, B et C

Degré	Débit
A	256 kbit/s
B	1,544 Mbit/s
C	3,088 Mbit/s

Un modulateur MDPQ (émetteur NIU) peut prendre en charge les degrés de débit de transmission A, B et C. (Généralement, seule la mise en œuvre d'un de ces degrés est obligatoire.) Un démodulateur MDPQ (récepteur INA) doit prendre en charge au moins un des degrés A, B ou C, mais peut prendre en charge tous les degrés.

Il convient que la précision de la rapidité de modulation soit de $\pm 50 \cdot 10^{-6}$.

Pour le degré A, le débit est de 500 intervalles/s. Pour le degré B, le débit est de 3000 intervalles/s. Pour le degré C, le débit est de 6000 intervalles/s.

A.5.2.3.6 Niveau de puissance d'émission (sens montant)

A la sortie, le niveau de puissance d'émission doit s'inscrire dans une gamme comprise entre 85 et 113 dB μ V (efficace) (75 Ω). Dans certaines zones géographiques, il peut s'avérer nécessaire de couvrir la gamme de 85 à 122 dB μ V (efficace) (75 Ω). Il convient toutefois de noter que des puissances élevées peuvent entraîner des problèmes de compatibilité électromagnétique. Cette puissance doit être ajustée par paliers de 0,5 dB par des messages MAC en provenance de l'adaptateur INA.

A.5.2.3.7 Suppression au repos de l'onde porteuse (sens montant)

La suppression de l'onde porteuse doit être de plus de 60 dB au-dessous du niveau de puissance de sortie nominale, sur toute la gamme de puissances de sortie. Un terminal est considéré comme étant au repos s'il reste 3 intervalles avant la prochaine transmission ou si 3 intervalles sont passés depuis la dernière transmission.

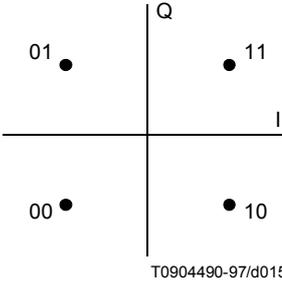
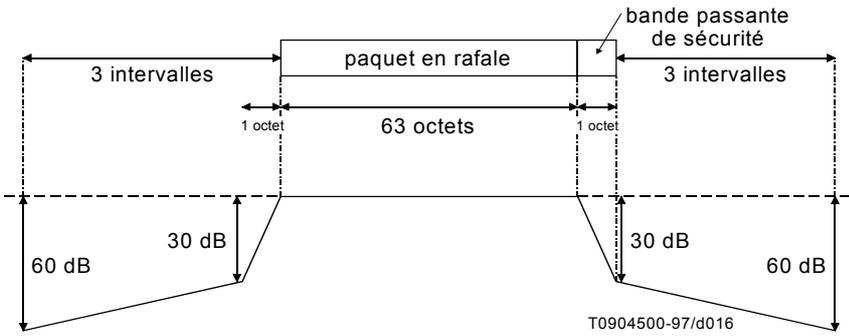
A.5.2.3.8 Résumé (sens montant)

Voir le Tableau A.6.

Tableau A.6/J.112 – Résumé (sens montant)

Débit de transmission	Trois degrés de débit de modulation sont spécifiés: <u>Degré</u> <u>Débit</u> A 256 kbit/s B 1,544 Mbit/s C 3,088 Mbit/s Un modulateur MDPQ (émetteur) peut prendre en charge les degrés de débit de transmission A, B et C. (Généralement, seule la mise en œuvre d'un de ces degrés est obligatoire.) Un démodulateur MDPQ (récepteur) doit prendre en charge au moins un des degrés A, B ou C, mais peut prendre en charge tous les degrés.
Modulation	Codage différentiel MDPQ
Filtrage d'émission	Alpha = 0,30 racine de cosinus carré surélevé
Espacement des canaux	200 kHz pour le degré A (256 kbit/s) 1 MHz pour le degré B (1,544 Mbit/s) 2 MHz pour le degré C (3,088 Mbit/s)
Valeur des paliers de fréquence	50 kHz
Brassage	Le mot unique doit être envoyé en clair. Après avoir ajouté les octets FEC, le brassage doit être appliqué uniquement à la zone de capacité utile et aux octets FEC, le brasseur réalisant une addition arithmétique modulo 2 des données avec une séquence pseudo-aléatoire. Le polynôme générateur est $x^6 + x^5 + 1$ avec toutes les valeurs de départ mises à un. La conversion octet/série doit se faire avec le bit de plus fort poids en premier. Un débrosseur à autosynchronisation supplémentaire est utilisé dans le récepteur afin de restituer les données. Le débrosseur doit être activé après détection du mot unique.
Codage différentiel	Le codeur différentiel doit accepter les bits A, B en séquence, et produire des déphasages de la manière suivante. En mode série, A arrive en premier. <u>A</u> <u>B</u> <u>Déphasage</u> 0 0 Aucun 0 1 +90° 1 1 180° 1 0 -90°

Tableau A.6/J.112 – Résumé (sens montant) (fin)

<p>Constellation d'états du signal</p> <p>NOTE – Le mot unique (0x CC CC CC 0D) n'est pas soumis à un codage différentiel.</p>	<p>Les sorties I, Q du codeur différentiel mappent les états de phase indiqués à la Figure A.16.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figure A.16/J.112</p> </div>
<p>Gamme de fréquences</p>	<p>5-65 MHz recommandée mais pas obligatoire</p>
<p>Stabilité de fréquence</p>	<p>$\pm 50 \cdot 10^{-6}$ mesurée à la limite supérieure de la gamme de fréquences</p>
<p>Précision de rapidité de modulation</p>	<p>$\pm 50 \cdot 10^{-6}$</p>
<p>Masque spectral d'émission</p>	<p>Un masque commun pour les trois débits: 256 kbit/s (degré A), 1,544 Mbit/s (degré B) et 3,088 Mbit/s (degré C) est fourni dans le Tableau A.4 et à la Figure A.14.</p>
<p>Suppression de l'onde porteuse lorsque l'émetteur est actif</p>	<p>> 30 dB</p>
<p>Suppression de l'onde porteuse lorsque l'émetteur est au repos</p>	<p>La suppression de l'onde porteuse doit être de plus de 60 dB au-dessous du niveau de puissance de sortie nominale, sur toute la gamme de puissances de sortie (voir la Recommandation I.361 pour plus de détails) et de plus de 30 dB juste avant ou après la transmission.</p> <p>Définition d'émetteur au repos: un terminal est considéré comme étant au repos lorsqu'il reste 3 intervalles avant la prochaine transmission ou lorsque 3 intervalles sont passés depuis la dernière transmission.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Déséquilibre d'amplitude I/Q</p>	<p>< 1,0 dB</p>
<p>Déséquilibre de phase I/Q</p>	<p>< 2,0°</p>
<p>Niveau de puissance d'émission à la sortie du modulateur (sens montant)</p>	<p>85-113 dBμV (efficace) (75 Ω). Dans certaines zones géographiques, il peut s'avérer nécessaire de couvrir la gamme de 85 à 122 dBμV (efficace) (75 Ω).</p>

A.5.2.3.9 Perte de paquet dans le sens montant (informatif)

La perte de paquet au niveau de l'adaptateur INA doit être inférieure à 10^{-6} au rapport C/N > 20 dB (après correction d'erreur) pour les transmissions dans le sens montant.

NOTE – Il y a perte de paquet lorsqu'un ou plusieurs bits par paquet (après correction d'erreur) ne peuvent être corrigés. Le rapport C/N est ramené à l'entrée du démodulateur (largeur de bande Nyquist, bruit blanc).

A.5.3 Verrouillage de trame

A.5.3.1 Voie d'interaction aller (hors bande dans le sens descendant)

A.5.3.1.1 Format de verrouillage de supertrame étendue de liaison de signalisation

La structure de trame de la supertrame étendue de liaison de signalisation (SL-ESF) est représentée à la Figure A.17. Le flux binaire est découpé en 4 supertrames étendues de 632 bits. Chaque supertrame étendue est constituée de 24 trames de 193 bits. Chaque trame est constituée de 1 bit de redondance (OH) et de 24 octets (192 bits) de capacité utile.

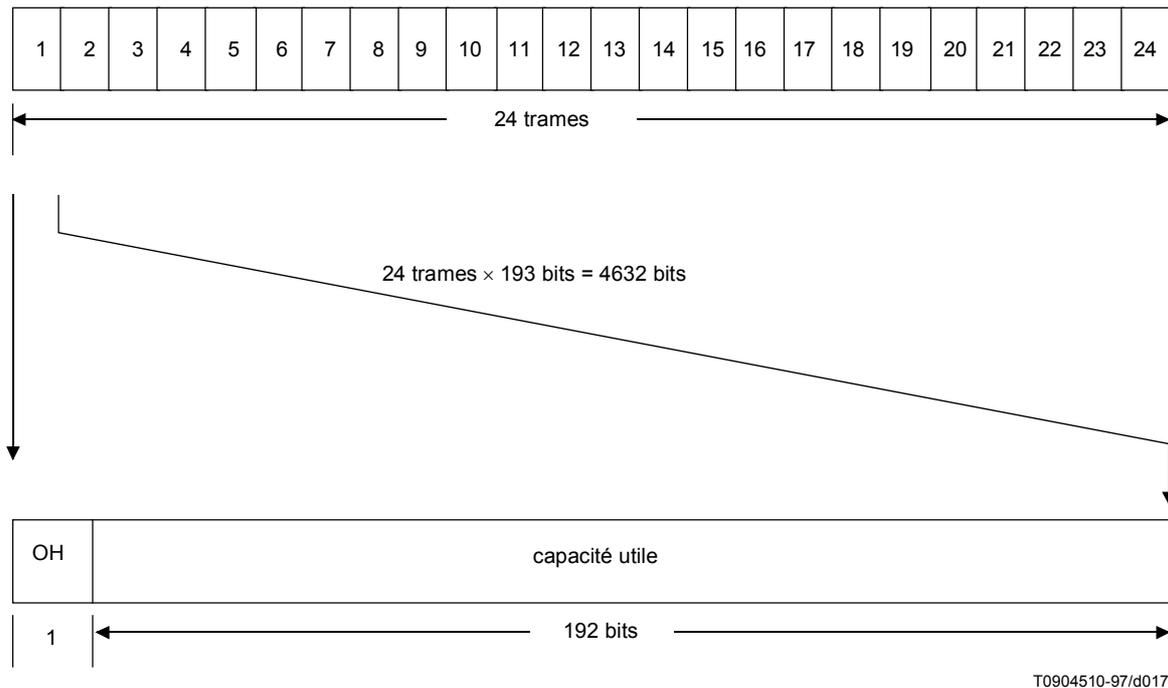


Figure A.17/J.112 – Structure de trame SL-ESF

A.5.3.1.2 Redondance de trame

Une supertrame étendue comporte 24 bits de redondance de trame. Ils sont répartis en signal de synchronisation de trame de supertrame étendue (F1-F6), contrôle de redondance cyclique (C1-C6), et liaison de données M-bits (M1-M12) comme indiqué dans le Tableau A.7. Le bit numéro 0 est reçu en premier.

Signal de synchronisation de trame ESF

Le signal de synchronisation de trame (FAS) ESF est utilisé pour localiser les positions des 24 trames et bits de redondance. Les valeurs binaires du FAS sont définies de la manière suivante:

$$F1 = 0, F2 = 0, F3 = 1, F4 = 0, F5 = 1, F6 = 1$$

Contrôle de redondance cyclique de trame ESF

Le champ de contrôle de redondance cyclique contient les bits de vérification CRC-6 calculés sur la supertrame étendue précédente (taille du bloc de messages CRC [CMB] = 4632 bits). Avant le calcul, les 24 bits de redondance de trame sont égaux à "1". Toutes les informations contenues dans les autres positions binaires restent inchangées. La séquence de bits de contrôle C1-C6 est le reste après la multiplication par x^6 suivie de la division par le polynôme générateur $x^6 + x + 1$ du CMB. C1 est le bit de plus fort poids du reste. La valeur initiale de reste est prédéfinie comme étant zéro partout.

Liaison de données Mbits de trame ESF

Les Mbits dans la trame SL-ESF servent à l'attribution de durées d'intervalle (voir A.5.4).

Tableau A.7/J.112 – Redondance de trame

Numéro de trame	Numéro de bit	Bit de redondance	Données (192 bits)
1	0	M1	
2	193	C1	
3	386	M2	
4	579	F1 = 0	
5	772	M3	
6	965	C2	
7	1158	M4	
8	1351	F2 = 0	
9	1544	M5	
10	1737	C3	
11	1930	M6	
12	2123	F3 = 1	
13	2316	M7	
14	2509	C4	
15	2702	M8	
16	2895	F4 = 0	
17	3088	M9	
18	3281	C5	
19	3474	M10	
20	3667	F5 = 1	
21	3860	M11	
22	4053	C6	
23	4246	M12	
24	4439	F6 = 1	
FAS signal de synchronisation de trame (F1-F6)			
DL liaison de données Mbits (M1-M12)			
CRC contrôle de redondance cyclique (C1-C6)			

A.5.3.1.3 Structure de charge utile

La structure de charge utile de trame SL-ESF fournit un conteneur connu afin de définir la localisation des cellules ATM et des valeurs de parité Reed-Solomon correspondantes. La structure de charge utile SL-ESF est représentée au Tableau A.8.

La structure de charge utile SL-ESF est constituée de 5 rangées de 57 octets, 4 rangées de 58 octets qui comprennent chacune un postamble de 1 octet et 1 rangée de 59 octets qui comprend un postamble de 2 octets. Le premier bit de la structure de charge utile SL-ESF suit le bit M1 de la trame SL-ESF. Les champs de charge utile SL-ESF sont définis de la manière suivante. Le Tableau A.8 est lu de gauche à droite et de haut en bas et mappé en l'état dans la trame ESF décrite dans le Tableau A.7.

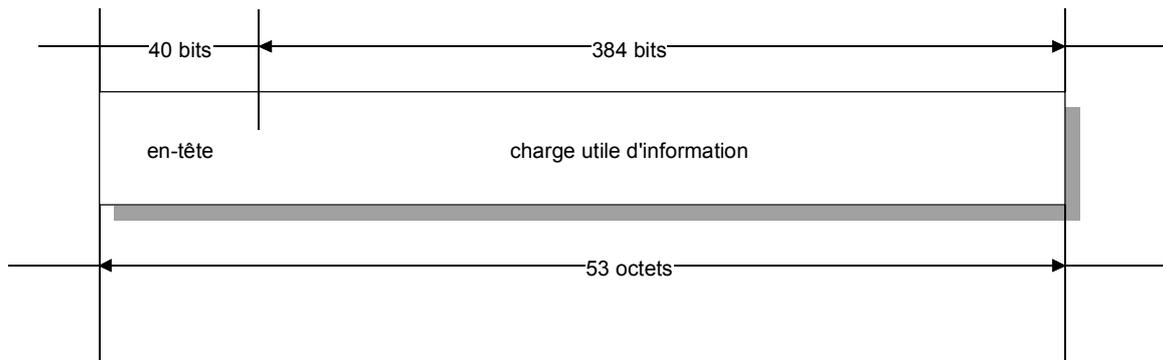
Tableau A.8/J.112 – Structure de charge utile ESF

	← 2 →		← 53 →			← 2 →			
1	R1a	R1b	Cellule ATM			Parité RS			
2	R1c	R2a						R2 b	
3	R2c	R3a							
4	R3b	R3c						R4 a	
5	R4b	R4c							
6	R5a	R5b						R5 c	
7	R6a	R6b							
8	R6c	R7a						R7 b	
9	R7c	R8a							
10	R8b	R8c						T	T

T0904520-97/d018

Structure de cellule ATM

Le format de chaque structure de cellule ATM est représenté à la Figure A.18. Cette structure et ce codage de champ doivent être cohérents avec la structure et le codage donnés dans la Recommandation I.361 pour UNI ATM.



T0904530-97/d019

Figure A.18/J.112 – Format de cellule ATM

Codage et entrelacement de canal

Un codage de Reed-Solomon avec $t = 1$ doit être réalisé sur chaque cellule ATM. Ceci implique que 1 octet erroné par cellule ATM peut être corrigé. Ce processus ajoute 2 octets de parité à la cellule ATM afin d'obtenir un mot de code de (55,53).

Le code Reed-Solomon doit avoir les polynômes générateurs suivants:

- polynôme générateur du code: $g(x) = (x + \mu^0)(x + \mu^1)$, où $\mu = 02$ hex;
- polynôme primitif: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

Le code Reed-Solomon raccourci est appliqué en insérant 200 octets forcés à zéro avant les octets d'information à l'entrée d'un codeur (255,253); une fois la procédure de codage effectuée, ces octets sont éliminés.

L'entrelacement convolutif doit être appliqué à toutes les cellules ATM contenues dans la trame SL-ESF. Les octets Rxa-Rxc et les deux octets T ne doivent pas être inclus dans le processus d'entrelacement. L'entrelacement convolutif est réalisé par l'entrelacement de 5 lignes de 55 octets.

Conformément au schéma de la Figure A.19, l'entrelacement convolutif doit être appliqué aux paquets protégés contre les erreurs. Le processus d'entrelacement convolutif doit être fondé sur la méthode de Forney qui est compatible avec la méthode de type III de Ramsey, avec $I = 5$. La trame entrelacée est composée de paquets protégés contre les erreurs se chevauchant et un groupe de 10 paquets doit être délimité par le début de la trame SL-ESF.

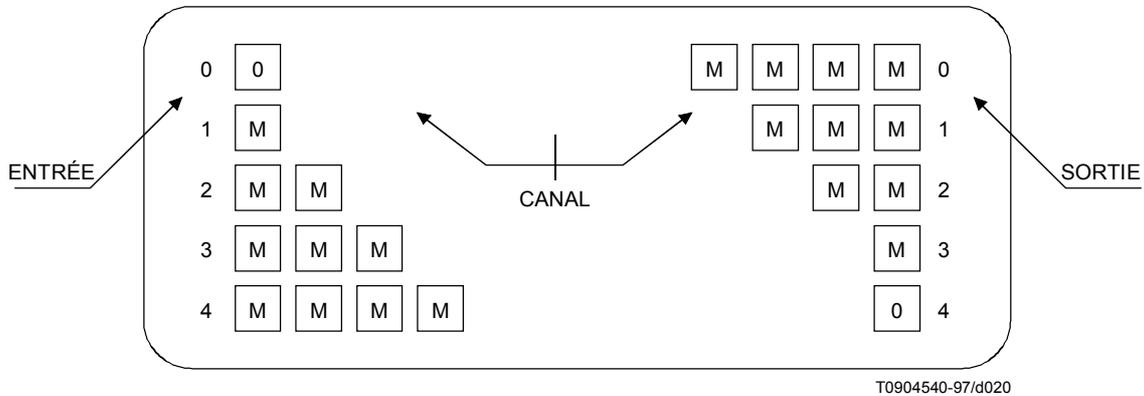


Figure A.19/J.112 – Structures d'entrelaceur et de désentrelaceur

L'entrelaceur est composé de I branches connectées cycliquement au flux d'octets d'entrée par le commutateur d'entrée. Chaque branche est un registre à décalage de type FIFO (premier entré, premier sorti), contenant M_j cellules (où $M = N/I$, $N = 55 =$ longueur de la trame protégée contre les erreurs, $I =$ profondeur d'entrelacement, $j =$ indice de branche). Les commutateurs d'entrée et de sortie doivent être synchronisés. Chaque cellule du registre FIFO doit contenir un octet.

Pour des raisons de synchronisation, le premier octet de chaque paquet protégé contre les erreurs est toujours dirigé vers la branche d'indice "0" de l'entrelaceur (ce qui correspond à un temps nul). Le troisième octet de la charge utile SL-ESF (l'octet suivant immédiatement R1b) doit être aligné sur le premier octet d'un paquet protégé contre les erreurs.

Le fonctionnement du désentrelaceur est, dans son principe, analogue à celui de l'entrelaceur mais les indices des branches sont inversés (c'est-à-dire que la branche 0 correspond au retard le plus grand). La synchronisation du désentrelaceur est assurée en dirigeant le troisième octet de données de la trame SL-ESF vers la branche "0".

Champs indicateurs de réception et champs de frontière d'intervalle

Une voie descendante contient des informations de commande pour chacune de ses voies montantes associées. Ces informations sont contenues dans des structures appelées indicateurs MAC. Un ensemble d'indicateurs MAC, représenté par 24 bits (nommés $b_0 \dots b_{23}$) ou par 3 octets (nommés R_{xa} , R_{xb} et R_{xc}), est attribué de manière unique à une voie montante "x" donnée:

- $R_{xa} = \square\square(b_0 \dots b_7) = (\text{msb} \dots \text{lsb});$
- $R_{xb} = \square\square(b_8 \dots b_{15}) = (\text{msb} \dots \text{lsb});$
- $R_{xc} = \square\square(b_{16} \dots b_{23}) = (\text{msb} \dots \text{lsb}).$

Ces indicateurs constituent des informations de configuration d'intervalle pour la voie montante "x" où "x" est indiquée à l'unité NIU dans les «ensembles d'indicateurs MAC» fournis dans les messages MAC (message de configuration par défaut, message de connexion, message de réapprovisionnement, message de commande de transmission) et est décrite de la manière suivante:

Le `MAC_Flag_Set` est un champ de 5 bits indiquant le numéro de l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la voie (c'est-à-dire R_{1a} , R_{1b} et R_{1c} représentent l'ensemble 1 d'indicateurs MAC). Il peut avoir les valeurs 1..16. Les valeurs 0 et 17..31 sont incorrectes.

Dans le cas OOB dans le sens descendant, chaque structure de trame SL-ESF contient 8 ensembles d'indicateurs MAC représentés par Rxa, Rxb et Rxc, où x est remplacé par les numéros 1-8. Dans le cas d'un débit dans le sens descendant de 1,544 Mbit/s, il y a une seule trame SL-ESF dans un intervalle de 3 ms fournissant 8 ensembles d'indicateurs MAC. Dans le cas d'un débit dans le sens descendant de 3,088 Mbit/s, il y a deux trames SL-ESF dans un intervalle de 3 ms fournissant 16 ensembles d'indicateurs MAC. Les indicateurs MAC du deuxième ensemble (contenus dans la deuxième trame SL-ESF) sont désignés par Rxa, Rxb et Rxc, où x est remplacé par les nombres 9 à 16.

Dans le cas IB dans le sens descendant, les indicateurs MAC sont contenus dans la structure de message de commande MAC qui peut contenir jusqu'à 16 ensembles d'indicateurs MAC. Les indicateurs MAC 1-8 sont contenus dans le champ "indicateurs MAC" et les indicateurs MAC 9-16 dans le champ "indicateurs d'extension".

Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, deux ensembles d'indicateurs MAC sont requis. Dans ce cas, le paramètre MAC_Flag_Set représente le premier de deux ensembles d'indicateurs MAC attribués successivement: Rxa-Rxc, Rya-Ryc avec $y = x + 1 \bmod 8$ (pour 1,544 Mbit/s DS) ou $y = x + 1 \bmod 16$ (pour 3,088 Mbit/s DS). Dans le cas particulier où une voie hors bande dans le sens descendant à 1,544 Mbit/s commande des voies montantes à 3,088 Mbit/s, un maximum de 4 voies montantes peut être commandé en raison du nombre d'indicateurs MAC disponibles.

Les bits b0 à b23 sont définis de la manière suivante:

- b0 = indicateur d'intervalle de télémétrie pour la période suivante de 3 ms (msb)
- b1-b6 = champ de définition des frontières d'intervalle pour la période suivante de 3 ms
- b7 = indicateur de réception de l'intervalle 1 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b8 = indicateur de réception de l'intervalle 2 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b9 = indicateur de réception de l'intervalle 3 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b10 = indicateur de réception de l'intervalle 4 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b11 = indicateur de réception de l'intervalle 5 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b12 = indicateur de réception de l'intervalle 6 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b13 = indicateur de réception de l'intervalle 7 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b14 = indicateur de réception de l'intervalle 8 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b15 = indicateur de réception de l'intervalle 9 (comme indiqué dans le Tableau A.12)
- b16-b17 = commande de réservation pour la période suivante de 3 ms
- b18-b23 = parité CRC-6 (voir définition dans la section SL-ESF)

Lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s, seuls les trois premiers indicateurs de réception d'intervalle sont valides. Lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s, les 9 intervalles sont valides. Lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, les 9 intervalles du champ courant et les 9 intervalles du champ suivant sont valides: deux champs de configuration d'intervalle consécutifs sont alors utilisés. La définition du premier champ de configuration d'intervalle est inchangée. La définition du deuxième champ de configuration d'intervalle étend la définition de frontière de manière à couvrir les intervalles montants 10 à 18, et les indicateurs de réception de manière à couvrir les intervalles montants 10 à 18.

En général, lorsque le débit dans le sens montant est inférieur au débit dans le sens descendant, il existe plusieurs supertrames hors bande descendantes dans un groupe de k intervalles montants (où $k = 3$ pour 256 kbit/s dans le sens montant, $k = 9$ pour 1,544 Mbit/s dans le sens montant). Dans ce cas, les intervalles de configuration restent égaux sur toutes les supertrames correspondant à un groupe de k intervalles montants.

Indicateur d'intervalle de télémétrie (b0): lorsque ce bit est actif ($b0 = 1$), les trois premiers intervalles de la voie montante "x", qui correspondent à l'occurrence de la supertrame suivante de la voie descendante associée, sont appelés intervalles de télémétrie. Un message de télémétrie peut être transmis dans le deuxième intervalle de télémétrie "en cas de conflit", et les premier et troisième intervalles de télémétrie ne peuvent être utilisés pour la transmission (bande passante de garde pour les opérations de télémétrie).

Champ de définition des frontières d'intervalle (b1-b6): des types d'intervalles sont attribués aux intervalles montants en utilisant les bits b0-b6. Les intervalles sont groupés en régions couvrant des "arcs" de 3 intervalles (256 kbit/s), 9 intervalles (1,544 Mbit/s) ou 18 intervalles (3,088 Mbit/s), de manière à contenir dans une même région des intervalles de type similaire. L'ordre des régions est le suivant: intervalle de télémétrie, intervalles sur une base contention, intervalles réservés et intervalles fondés sur un débit fixe. Si un intervalle de télémétrie est disponible au sein d'un "arc", il sera constitué des trois premières durées d'intervalle dans "l'arc", dans l'hypothèse que b1-b6 ne soient pas compris entre 55 et 63 (voir Tableau A.9). Un intervalle de télémétrie est désigné par b0 = 1. Les frontières entre le reste des régions des "arcs" sont définies par b1-b6. Les frontières sont définies comme indiqué dans le Tableau A.9.

Tableau A.9/J.112 – Champ de définition des frontières d'intervalle (b1-b6)

Frontière 0	
Frontière 1	intervalle 1
Frontière 2	intervalle 2
Frontière 3	intervalle 3
Frontière 4	intervalle 4
Frontière 5	intervalle 5
Frontière 6	intervalle 6
Frontière 7	intervalle 7
Frontière 8	intervalle 8
Frontière 9	intervalle 9

Les positions des frontières sont définies par b1-b6 comme indiqué dans le Tableau A.10.

Tableau A.10/J.112 – Positions des frontières (b1-b6)

(Note 1) (Note 2)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (Note 3)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 (Note 3)		10	11	12	13	14	15	16	17	18
2 (Note 3)			19	20	21	22	23	24	25	26
3				27	28	29	30	31	32	33
4					34	35	36	37	38	39
5						40	41	42	43	44
6							45	46	47	48
7								49	50	51
8									52	53
9										54

Exemple: b0 = 0, b1-b6 = 22: contention (1-2), réservés (3-5), débit fixe (6-9).
 NOTE 1 – Ligne = frontière base contention/région à réservation.
 NOTE 2 – Colonne = frontière paquet réservé/région à débit fixe.
 NOTE 3 – Lorsque l'indicateur d'intervalle de commande de télémétrie (b0) est positionné à "1", les valeurs dans les lignes 0 à 2 sont des valeurs illégales et les valeurs de ligne 3 indiquent qu'il n'y a pas d'intervalle contention, car les intervalles 1 à 3 sont définis comme intervalles de commande de télémétrie.

Les valeurs restantes du champ de définition des frontières d'intervalle sont données dans le Tableau A.11.

Tableau A.11/J.112 – Champ de définition des frontières d'intervalle

Valeur b1-b6	Intervalles de commande de télémétrie	Intervalles sur une base contention	Intervalles à réservation	Intervalles à débit fixe
55	1-6	7-9	–	–
56	1-6	7-8	–	9
57	1-6	7	8-9	–
58	1-6	7	8	9
59	1-6	7	–	8-9
60	1-6	–	7-8	9
61	1-6	–	7	8-9
62	1-6	–	–	7-9
63	1-9	–	–	–

NOTE 1 – Pour b1-b6 = 55-63, b0 doit être positionné à 1. Noter que pour b1-b6 entre 55 et 62, deux intervalles de télémétrie sont fournis (2 et 5). Pour b1-b6 = 63, trois intervalles de télémétrie sont fournis (2, 5, et 8).

Les valeurs données dans les tableaux ci-dessus sont dérivées de b1-b6 de la manière suivante:

$$b1 + (b2 \times 2) + (b3 \times 4) + (b4 \times 8) + (b5 \times 16) + (b6 \times 32)$$

Avvertissement: cette formule indique que b6 est considéré comme bit de plus fort poids du mot b1-b6, alors que b0 est le bit de plus fort poids du mot entier b0-b23. Bien que ceci semble incohérent, aucune modification n'a été apportée pour des raisons de compatibilité avec la norme DAVIC.

Lorsque la voie de données montante est une voie de données à 256 kbit/s, seules les quatre premières rangées et colonnes du Tableau A.10 sont valides et le Tableau A.11 n'est pas valide.

NOTE 2 – Si des champs de frontière d'intervalle sont modifiés alors que des intervalles de la zone d'intervalles réservés ont déjà été attribués à certaines unités NIU, ces unités NIU sont responsables de la mise à jour de la liste des intervalles physiques. Les intervalles sont attribués par des messages de réservation accordée MAC, qui contiennent un intervalle référence qui ne dépend pas des champs de frontière d'intervalle et un Grant_slot_count qui correspond au nombre d'intervalles attribués dans un champ de frontière d'intervalles réservés. Si le champ est modifié, la liste des intervalles physiques par lesquels l'unité NIU peut transmettre est modifiée automatiquement de manière correspondante.

Indicateurs de réception d'intervalle (b7-b15): lorsqu'un indicateur de réception d'intervalle est actif ("1"), ceci implique qu'une cellule a été reçue sans collision. La relation entre un intervalle montant donné et son indicateur est représentée dans le Tableau A.11. Lorsque l'indicateur est inactif ("0"), ceci indique soit qu'une collision a été détectée ou qu'aucune cellule n'a été reçue dans l'intervalle montant correspondant.

Les indicateurs de réception d'intervalle ne déclenchent une procédure de retransmission que lorsque l'accès contention est utilisé comme décrit au A.5.5.2.4.

Commande de réservation (b16-b17): lorsque le champ de commande de réservation a la valeur 0, aucune tentative de réservation ne peut être transmise sur la voie montante MDPQ correspondante sur les positions d'intervalle associées à la période suivante de 3 ms. Lorsque le champ de commande de réservation a la valeur 1, les tentatives de réservation sont autorisées. Les valeurs 2 et 3 sont réservées. Une tentative de réservation correspond à l'envoi d'un message de demande de réservation MAC (voir section MAC). b16 est le bit de plus fort poids.

Parité CRC-6 (b18-b23): ce champ contient une valeur de parité CRC-6 calculée sur les 18 bits précédents. La valeur de parité CRC-6 est décrite dans la section format de trame SL-ESF. b18 est le bit de plus fort poids.

Lorsque plusieurs voies MDPQ descendantes hors bande sont associées à une voie MDPQ montante, les bits de redondance SL-ESF et les R-octets de capacité utile doivent être identiques dans ces voies descendantes à l'exception des bits de redondance CRC (C1-C6), qui sont spécifiques à chaque voie descendante hors bande. De telles voies descendantes associées doivent être synchronisées (transmises de manière synchronisée). Ce scénario s'applique par exemple lorsque le besoin de largeur de bande est beaucoup plus important pour les informations descendantes que pour les informations montantes.

Les messages MAC nécessaires pour réaliser les fonctions MAC pour la voie montante doivent être transmis sur chacune des voies descendantes OOB associées.

Octets postambules

Ces octets ne sont pas utilisés. Ils sont égaux à 0.

A.5.3.2 Voie d'interaction aller (dans la bande dans le sens descendant)

La structure utilisée lorsque la voie MAQ descendante transporte des paquets MPEG-2 TS est indiquée à la Figure A.20. Les bits de plus fort poids de chaque champ sont transmis en premier.

4	3	2	3	26	26	40	40	40	4
En-tête MPEG	Marqueur montant	Numéro d'intervalle	Commande d'indicateur MAC	Indicateurs MAC	Indicateurs d'extension	Indicateurs MAC	Indicateurs MAC	Indicateurs MAC	Champ réservé c

Figure A.20/J.112 – Structure de trame (format MPEG-2 TS)

où:

L'en-tête MPEG est l'en-tête de flux de transport MPEG-2 de 4 octets comme défini dans l'ISO 13818-1 avec un identificateur PID désigné pour les messages MAC. Cet identificateur PID doit être spécifié par l'ETS 300 468, soit au sein de la PMT, tableaux PAT ou comme valeur spécifique par défaut (lorsque MAC est considérée comme section SI).

Le marqueur montant est un champ de 24 bits qui fournit des informations de synchronisation MDPQ dans le sens montant. (Comme cela est mentionné au A.5.1.4, au moins un paquet contenant des informations de synchronisation doit être envoyé au cours de chaque période de 3 ms.) La définition du champ est la suivante:

bit 0: validation du marqueur montant (bit de plus fort poids)

Lorsque ce champ a la valeur '1', le pointeur de marqueur d'intervalle est valide. Lorsque ce champ a la valeur '0', le pointeur de marqueur d'intervalle n'est pas valide.

bits 1-7: réservés

bits 8-23: pointeur de marqueur d'intervalle montant (bit 23, bit de plus fort poids)

Le pointeur de marqueur d'intervalle est un entier non signé de 16 bits qui indique le nombre d'horloges "symbole" entre le premier symbole du prochain octet de synchronisation et le prochain marqueur de 3 ms.

Le numéro d'intervalle est un champ de 16 bits qui est défini de la manière suivante: (comme cela est mentionné au A.5.1.4, au moins un paquet contenant des informations de synchronisation doit être envoyé au cours de chaque période de 3 ms).

bit 0: validation du registre de position d'intervalle (msb)

Lorsque ce champ a la valeur '1', le registre de position d'intervalle est valide. Lorsque ce champ a la valeur '0', le registre de position d'intervalle n'est pas valide.

bits 1-3: réservés

bit 4 est forcé à '1'. Ce bit correspond à M12 dans le sens descendant hors bande.

bit 5: parité impaire

Ce bit assure la parité impaire du registre de position d'intervalle montant. Ce bit correspond à M11 dans le sens descendant hors bande.

bits 6-15: registre de position d'intervalle montant

Le registre de position d'intervalle montant est un compteur de 10 bits qui compte de 0 à n avec bit 6 comme bit de plus fort poids. Ces bits correspondent à M10-M1 dans le sens descendant hors bande.

(Voir A.5.4 pour plus d'informations sur la fonctionnalité du registre de position d'intervalle montant.)

La commande d'indicateur MAC est un champ de 24 bits (b0, b1, b2...b23) qui fournit des informations de commande utilisées en liaison avec les indicateurs MAC et les indicateurs d'extension. La définition du champ commande d'indicateur MAC est la suivante:

- b0-b2 = commande de champ d'indicateur de canal 1
- b3-b5 = commande de champ d'indicateur de canal 2
- b6-b8 = commande de champ d'indicateur de canal 3
- b9-b11 = commande de champ d'indicateur de canal 4
- b12-b14 = commande de champ d'indicateur de canal 5
- b15-b17 = commande de champ d'indicateur de canal 6
- b18-b20 = commande de champ d'indicateur de canal 7
- b21-b23 = commande de champ d'indicateur de canal 8

Chacun des champs de commande de champ d'indicateur de canal "x" ci-dessus est défini de la manière suivante:

commande d'indicateur de canal "x" (a,b,c) = (bx, bx + 1, bx + 2)

bit a: 0 – champ d'indicateur de canal x désactivé

1 – champ d'indicateur de canal x validé

bit b,c: 00 – tous les indicateurs valides pour la seconde précédant la période de 3 ms (équivalent à signalisation hors bande)

01 – indicateurs valides pendant première ms précédant la période de 3 ms

10 – indicateurs valides pendant deuxième ms précédant la période de 3 ms

11 – indicateurs valides pendant troisième ms précédant la période de 3 ms

Indicateurs MAC

L'indicateur MAC est un champ de 26 octets comprenant 8 champs de configuration d'intervalle (24 bits chacun) qui contiennent des informations de configuration d'intervalle pour les voies montantes associées, suivis de deux octets réservés (premiers 3 octets correspondent au canal 1, deuxièmes 3 octets au canal 2, etc.). La définition de chaque champ de configuration d'intervalle est définie de la manière suivante:

b0 = indicateur d'intervalle de commande de télémétrie pour la période suivante de 3 ms (bit de plus fort poids)

b1-b6 = champ de définition des frontières d'intervalle pour la période suivante de 3 ms

b7 = indicateur de réception d'intervalle 1 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b8 = indicateur de réception d'intervalle 2 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b9 = indicateur de réception d'intervalle 3 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b10 = indicateur de réception d'intervalle 4 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b11 = indicateur de réception d'intervalle 5 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b12 = indicateur de réception d'intervalle 6 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b13 = indicateur de réception d'intervalle 7 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b14 = indicateur de réception d'intervalle 8 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b15 = indicateur de réception d'intervalle 9 pour [seconde] précédant la période de 3 ms

b16-b17 = commande de réservation pour la période suivante de 3 ms

b18-b23 = parité CRC-6

Les champs de configuration d'intervalle sont utilisés conjointement avec le champ commande d'indicateur MAC défini ci-dessus. Noter que lorsque le champ commande d'indicateur MAC indique qu'une mise à jour d'indicateur de 1 ms est validée:

- 1) les indicateurs de réception se réfèrent à la période de 3 secondes précédente (le terme entre crochets [seconde] est omis dans la définition);
- 2) seuls les indicateurs de réception qui se réfèrent à des intervalles présents pendant la période de 1 ms désignée sont valides;
- 3) l'indicateur d'intervalle de commande de télémétrie, le champ de définition des frontières d'intervalle et le champ de commande de réservation sont valides et cohérents pendant chaque période de 3 ms.

Indicateurs d'extension

L'indicateur d'extension est un champ de 26 octets utilisé lorsqu'une ou plusieurs liaisons montantes MDPQ à 3,088 Mbit/s sont utilisées. La définition du champ indicateurs d'extension est identique à celle du champ indicateurs MAC ci-dessus.

Lorsque des liaisons montantes MDPQ sont utilisées, chaque voie montante à 3,088 Mbit/s utilise deux champs `qpsk_slot_configuration` consécutifs. La définition du premier champ de configuration d'intervalle est inchangée. La définition du deuxième champ de configuration d'intervalle étend la définition de frontière aux intervalles 10 à 18, et les indicateurs de réception couvrent les intervalles 10 à 18.

Message MAC

Le champ message MAC contient un message de 40 octets dont le format général est défini au A.5.5.

Champ réservé c est un champ de 4 octets réservé à un usage ultérieur.

A.5.3.3 Voie d'interaction retour (sens montant)

A.5.3.3.1 Format d'intervalle

Le format de l'intervalle montant est représenté à la Figure A.21 ci-dessous. Un mot unique (UW) (4 octets) assure une méthode d'acquisition en mode rafale. La zone de charge utile (53 octets) contient une cellule de message unique. Le champ de parité RS (6 octets) assure une protection Reed-Solomon $t = 3$ RS (59,53) sur toute la zone de charge utile. La bande passante de garde (1 octet) assure l'espacement entre les paquets adjacents.

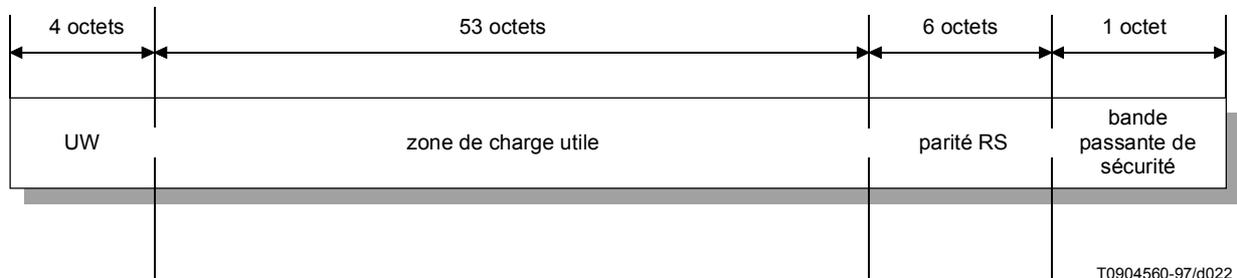


Figure A.21/J.112 – Format d'intervalle

La structure et le codage de champ de la cellule de message doivent être cohérents avec la structure et le codage donnés dans la Recommandation I.361 pour UNI ATM.

Mot unique

Le mot unique a une longueur de quatre octets: CC CC CC 0D hex.

Structure de cellule ATM

Le format de chaque structure de cellule ATM est illustré à la Figure A.22. Cette structure et ce codage de champ doivent être cohérents avec la structure et le codage donnés dans la Recommandation I.361 pour UNI ATM.

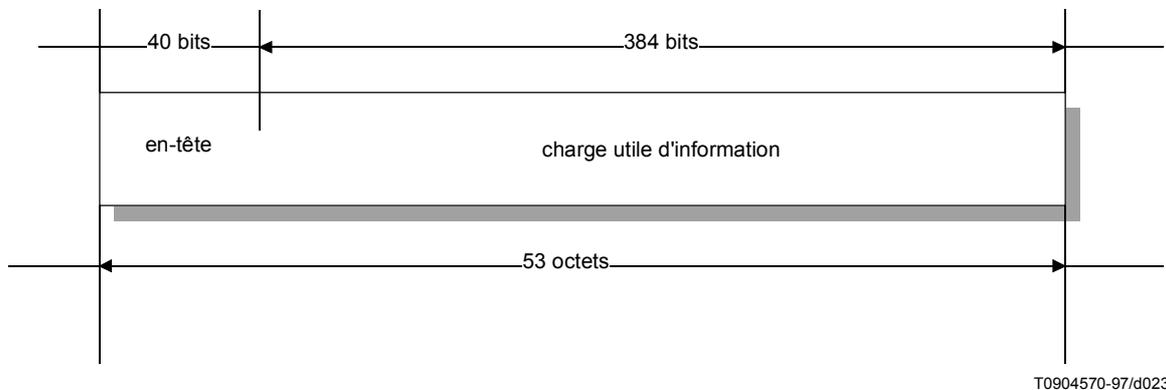


Figure A.22/J.112 – Format de cellule ATM

Codage de canal

Un codage de Reed-Solomon doit être réalisé sur chaque cellule ATM avec $T = 3$. C'est-à-dire que 3 octets erronés par cellule ATM peuvent être corrigés. Ce processus ajoute 6 octets de parité à la cellule ATM afin d'obtenir un mot de code de (59,53). Le code Reed-Solomon raccourci est mis en œuvre en insérant 196 octets positionnés à zéro avant les octets d'information à l'entrée d'un codeur (255,249); une fois le procédé de codage effectué, ces octets sont éliminés.

Le code Reed-Solomon doit avoir les polynômes générateurs suivants:

- polynôme générateur du code: $g(x) = (x + \mu^0) (x + \mu^1) (x + \mu^2) \dots (x + \mu^5)$
où $\mu = 02$ hex
- polynôme primitif: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

Bande passante de garde

La bande passante de garde a une longueur de 1 octet (4 symboles MDPQ). Elle assure une certaine protection supplémentaire contre des erreurs de synchronisation.

A.5.4 Attribution de durée d'intervalle

A.5.4.1 Référence de position d'intervalle descendant (hors bande dans le sens descendant)

La synchronisation dans le sens montant est dérivée de la supertrame étendue descendante (hors bande) en notant les positions d'intervalle de la manière indiquée dans le Tableau A.13.

Tableau A.13/J.112 – Référence de position d'intervalle descendant

Numéro de trame	Numéro de bit	Bit de redondance	Référence de position d'intervalle
1	0	M1	◆ Position d'intervalle ^{a)}
2	193	C1	
3	386	M2	
4	579	F1 = 0	
5	772	M3	
6	965	C2	
7	1158	M4	
8	1351	F2 = 0	
9	1544	M5	◆ Position d'intervalle
10	1737	C3	
11	1930	M6	
12	2123	F3 = 1	
13	2316	M7	
14	2509	C4	
15	2702	M8	
16	2895	F4 = 0	
17	3088	M9	◆ Position d'intervalle
18	3281	C5	
19	3474	M10	
20	3667	F5 = 1	
21	3860	M11	
22	4053	C6	
23	4246	M12	
24	4439	F6 = 1	

^{a)} La première position d'intervalle est également appelée marqueur de temps de 3 ms dans le cas d'un débit descendant de 1,544 Mbit/s. Pour le débit dans le sens descendant de 3,088 Mbit/s, le marqueur de temps de 3 ms n'apparaît qu'une fois toutes les deux supertrames. Le bit M12 (voir A.5.4) est utilisé pour différencier deux supertrames.

A.5.4.2 Référence de position d'intervalle descendant (dans la bande dans le sens descendant)

La synchronisation dans le sens montant est dérivée de la supertrame étendue descendante (dans la bande) en notant le marqueur de temps de 3 ms descendant de la manière indiquée à la Figure A.23. A partir des bits du champ de marqueur montant contenu dans le paquet MPEG-2 TS, le marqueur de temps de 3 ms est obtenu en comptant un nombre d'horloges symbole égal à (b23-b8). Ce marqueur est équivalent à la première position d'intervalle de la supertrame pour le cas hors bande.

Afin de déterminer la manière dont la position d'intervalle montant est dérivée de la localisation du marqueur de temps de 3 ms descendant au niveau de l'unité NIU, il faut considérer le diagramme de la Figure A.24.

Le temps entre la localisation de la fin du marqueur montant et le début de l'octet de synchronisation suivant, appelé D_s , est une valeur constante pour chaque débit égal au temps équivalent de 197 octets, ou:

$$(197 * 8 / x) \text{ horloges symbole}$$

où:

- x = 4, pour MAQ 16
- 5, pour MAQ 32
- 6, pour MAQ 64
- 7, pour MAQ 128
- 8, pour MAQ 256

Un certain retard de traitement est observé au niveau de l'équipement de tête de réseau entre la localisation du point d'insertion du marqueur montant dans le paquet MAC et l'arrivée des données dans l'entrelaceur. Il s'agit généralement d'un retard constant, D_{1A} , qui reste le même pour chaque octet entrant, y compris l'octet de synchronisation suivant le marqueur montant.

Le retard dû au processus d'entrelacement dans la tête de réseau est appelé D_{1A} et est égal à zéro pour chaque octet de synchronisation.

Un certain retard de traitement est observé au niveau de l'équipement de tête de réseau entre la sortie de l'entrelaceur et la sortie du modulateur MAQ. Il s'agit généralement d'un retard constant, D_2 , pour chaque octet du flux sortant.

La liaison de données est composée de deux valeurs de retard, D_L , le retard de liaison constant auquel chaque unité terminale d'abonné (STU) est soumise, et d_L , le retard de liaison variable pour chaque unité STU qui est dû au fait que chaque unité STU est située à une distance différente de la tête de réseau. Ce retard de liaison variable est compensé par l'opération de télémétrie.

Un certain retard de traitement est observé au niveau de l'équipement STU entre l'entrée du démodulateur MAQ et l'entrée du désentrelaceur. Ce retard est dépendant de l'unité de conception, d_3 , et peut être constant ou variable pour chaque octet du flux de données.

Le retard dû au processus de désentrelacement dans l'unité STU est appelé D_{IB} , et est égal au retard entier d'entrelacement pour chaque octet de synchronisation.

Le retard total d'entrelacement:

$$D_I = D_{IA} + D_{IB}$$

est constant pour chaque octet. La valeur est donnée par:

$$D_I = 204 * 8 * (\text{interleave_depth}-1)/\text{débit}$$

Si par exemple la modulation est MAQ 64 avec un débit de 5,0 Mbit/s:

$$D_I = 204 * 8 * 11/30M = 598,4 \text{ microsecondes ou } 2992 \text{ horloges symbole}$$

Un certain retard de traitement est observé au niveau de l'équipement de l'unité STU entre la sortie du désentrelaceur et les circuits qui utilisent le marqueur montant et les octets de synchronisation suivants afin de produire le marqueur de temps de 3 ms local. Ce retard, qui comprend la correction d'erreur directe de Reed-Solomon, est dépendant de la conception, d_4 , et peut être constant ou variable pour chaque octet du flux de données.

Le retard accumulé dans la liaison de données est composé d'un certain nombre de termes constants et de trois termes variables. Les termes constants sont identiques pour chaque unité STU qui utilise un canal MAQ particulier pour la synchronisation dans la bande et qui devient par conséquent un décalage fixe entre le moment où le compteur charge la valeur de marqueur montant et la localisation effective du marqueur de 3 ms de chaque unité STU. Chaque unité STU est chargée de compenser les retards dépendants de la conception, d_3 et d_4 , avant d'utiliser la valeur de marqueur montant pour produire le marqueur de 3 ms. Le retard de liaison variable, d_L , est compensé par l'algorithme de télémétrie, de la même manière que pour la signalisation hors bande.

A.5.4.3 Positions d'intervalle montant

La transmission sur chaque voie montante MDPQ est fondée sur la répartition d'accès de plusieurs unités NIU en utilisant une méthode d'accès aux intervalles par attribution de largeur de bande négociée. Une méthodologie de positionnement des intervalles permet de synchroniser les positions d'intervalle d'émission par rapport à une référence de position d'intervalle commune, qui est fournie par la voie de commande MAC descendante associée. La synchronisation des positions d'intervalle augmente le débit de messages des voies montantes du fait que les cellules ATM ne se chevauchent pas pendant la transmission.

Chaque unité NIU reçoit la référence de position d'intervalle pour les positions d'intervalle montant par la voie de commande MAC descendante associée. Dans la mesure où chaque unité NIU reçoit la référence de position d'intervalle descendant à des moments légèrement différents, en raison du temps de propagation dans le réseau de transmission, une télémétrie de position d'intervalle est nécessaire pour aligner les positions d'intervalle effectives pour chaque voie montante associée. Les débits d'intervalles montants sont de 6000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, 3000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s et 500 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s.

Le nombre d'intervalles disponibles dans une seconde est donné par:

$$\text{nombre intervalles/s} = \text{débit dans le sens montant}/512 + (\text{bande passante de garde supplémentaire})$$

où la bande passante de garde supplémentaire peut être donnée entre des groupes d'intervalles pour des raisons d'alignement.

Les Mbits dans la trame SL-ESF servent deux objectifs:

- indiquer les positions d'intervalle pour les liaisons de signalisation montantes à base contention et sans contention (voir A.5.4);
- fournir des informations de comptage d'intervalles pour la gestion d'attribution de largeur de bande de message montant dans l'unité NIU.

Les Mbits M1, M5 et M9 marquent le début d'une position d'intervalle montant pour une transmission de message montant.

A.5.4.3.1 Débit de 256 kbit/s

Lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s et le débit hors bande dans le sens descendant de 1,544 Mbit/s, les intervalles montants sont numérotés de la manière suivante:

où k est un multiple de 3. Lorsque le débit hors bande descendant est de 3,088 Mbit/s, il y a 12 références de position d'intervalle dans le sens descendant pendant la transmission de 3 paquets montants. Si la transmission s'effectue dans le sens descendant dans la bande, le paquet " k " est envoyé à réception du marqueur de temps de 3 ms.

La relation entre la référence de position d'intervalle reçue et la position effective de transmission d'intervalle est donnée par:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference (entier)} + \text{slot_position_offset}$$

où seules les `slot_position_references` correspondant à des valeurs entières sont valides et le `slot_position_offset` est dérivé de la valeur `Time_Offset_Value` fournie par le `Range_and_Power_Calibration_Message` dans le protocole MAC.

Lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s, les positions effectives de transmission d'intervalle correspondent directement aux valeurs entières des références de position d'intervalle.

A.5.4.3.2 Débit de 1,544 Mbit/s

Lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s et le débit hors bande dans le sens descendant de 1,544 Mbit/s, les intervalles montants sont numérotés de la manière suivante:

où k est un multiple de 9. Lorsque le débit hors bande dans le sens descendant est de 3,088 Mbit/s, il y a 6 références de position d'intervalle dans le sens descendant pendant la transmission de 9 paquets montants. Si la transmission s'effectue dans le sens descendant dans la bande, le paquet "k" est envoyé à réception du marqueur de temps de 3 ms.

La relation entre la référence de position d'intervalle reçue et la position effective de transmission d'intervalle est donnée par:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference} + \text{slot_position_offset}$$

où le `slot_position_offset` est dérivé de la valeur `Time_Offset_Value` fournie par le `Range_and_Power_Calibration_Message` dans le protocole MAC.

Lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s, les positions réelles de transmission d'intervalle sont données par:

$$\text{slot_transmission_location (m)} = \text{slot_transmit_position} + (m \times 512)$$

où $m = 0,1,2$ est la position de l'intervalle par rapport à la `slot_transmit_position`. Ceci laisse un intervalle de temps libre (FI = 8 bits) avant l'occurrence de la `slot_transmit_position` suivante, au cours duquel aucune transmission n'a lieu sur les unités NIU.

A.5.4.3.3 Débit de 3,088 Mbit/s

Lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s et le débit hors bande dans le sens descendant de 1,544 Mbit/s, les intervalles montants sont numérotés de la manière indiquée ci-dessous, où k est un multiple de 18.

Lorsque le débit hors bande dans le sens descendant est de 3,088 Mbit/s, il y a 6 références de position d'intervalle dans le sens descendant pendant la transmission de 18 paquets montants. Si la transmission s'effectue dans le sens descendant dans la bande, le paquet "k" est envoyé à réception du marqueur de temps de 3 ms.

La relation entre la référence de position d'intervalle reçue et la position effective de transmission d'intervalle est donnée par:

$$\text{slot_transmit_position} = \text{slot_position_reference} + \text{slot_position_offset}$$

où `slot_position_offset` est dérivé de la valeur `Time_Offset_Value` fournie par le `Range_and_Power_Calibration_Message`.

Lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, les positions réelles de transmission d'intervalle sont données par:

$$\text{slot_transmission_location (m)} = \text{slot_transmit_position} + (m * 512)$$

où $m = 0,1,2,3,4,5$ est la position de l'intervalle par rapport à la `slot_transmit_position`. Ceci laisse un intervalle de temps libre (FI = 16 bits) avant l'occurrence de la `slot_transmit_position` suivante, au cours duquel aucune transmission n'a lieu sur l'unité NIU.

A.5.4.4 Compteur de position d'intervalle

Les Mbits M10-M1 sont considérés comme un registre (compteur de trame ESF) qui compte de 0 à N, par incrément de un toutes les 3 ms, où N est un entier qui indique la taille du cycle de position d'intervalle. (La valeur de N est calculée à partir du `Service_Channel_Last_Slot` envoyé dans le message de configuration par défaut MAC et le débit dans le sens montant de la voie de service. Dans le cas d'une voie de service à 256 kbit/s, la valeur maximale de `Service_Channel_Last_Slot` est de 1535.) Le registre de position d'intervalle montant indique les positions d'intervalle montant qui correspondent à la trame SL-ESF suivante. Les positions d'intervalle montant sont comptées de 0 à N. Il y a 6 intervalles montants par ms lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, 3 intervalles montants par ms lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s, et 0,5 intervalle montant par ms lorsque le débit dans le sens

montant est de 256 kbit/s. Les débits d'intervalles montants correspondants sont, par conséquent, de 6000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 3,088 Mbit/s, 3000 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 1,544 Mbit/s et 500 intervalles montants/s lorsque le débit dans le sens montant est de 256 kbit/s. L'algorithme nécessaire pour déterminer la valeur du compteur de position d'intervalle montant est donné ci-dessous:

```

if (downstream_rate == 3,088 Mbit/s) {n = 1;}
else      {n = 0;}

upstream_slot_position_register = valeur de Mbits verrouillés à bit_position M11 (M10-M1)

if (upstream_rate == 1,544 Mbit/s)      {m = 3;}
else if (upstream_rate == 3,088 Mbit/s) {m = 6;}
      else      {m = 0,5}

if (bit_position == M1 et précédant M12 == 1)
      {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_register * 3 * m;}

if (bit_position == M5)
      if ( (n = 0) ou (n == 1 et précédant M12 == 0) )
              {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_counter + m;}

if (bit_position == M9)
      if ( (n = 0) ou (n = 1 et précédant M12 == 1) )
              {upstream_slot_position_counter = upstream_slot_position_counter + m;}

if (bit_position == M11)
      {temp_upstream_slot_position_register = (M10, M9, M8, ..., M1);}

if (bit_position == M12 and M12 == 1)
      {upstream_slot_position_register = temp_upstream_slot_position_register;}

```

où les Mbits sont définis de la manière suivante:

- M1-M10 = compteur de trame ESF 10 bits qui compte de 0 à n avec M10 comme bit de plus fort poids (MSB, *most significant bit*);
- M11 = parité impaire pour le compteur de trame ESF, c'est-à-dire M11 = 1 si ESF_value (M1-M10) a un nombre pair de bits forcés à 1;
- M12 = 1: compteur de trame ESF valide;
0: compteur de trame ESF non valide.

Les valeurs attribuées à M12 sont les suivantes:

- 1) si le débit de la voie descendante MDPQ est de 1,544 Mbit/s, le bit M12 est toujours forcé à la valeur '1';
- 2) si le débit de la voie descendante MDPQ est de 3,088 Mbit/s, les informations sont toujours transmises en paires de supertrames, où la supertrame A est la première de la paire, et la supertrame B est la seconde de la paire. Dans ce cas, le bit M12 de la supertrame A est forcé à la valeur '0' et le bit M12 de la supertrame B est forcé à la valeur '1';
- 3) si la voie descendante est dans la bande, M12 = 1.

A.5.5 Fonctionnalité MAC

A.5.5.1 Modèle de référence MAC

Le domaine d'application du présent sous-paragraphe se limite à la définition et à la spécification du protocole de couche MAC. Les opérations détaillées à l'intérieur de la couche MAC sont cachées par les couches supérieures.

Le présent sous-paragraphe traite des flux de messages requis entre l'adaptateur INA et l'unité NIU pour la commande d'accès au support physique. Ces zones sont réparties en quatre catégories: initialisation, gestion de mise en service et d'ouverture de session, gestion de connexion et gestion de liaison (voir la Figure A.25).

A.5.5.2 Concept MAC

A.5.5.2.1 Relation entre couches supérieures et protocole MAC

L'objectif du protocole MAC est de fournir des outils aux protocoles de couche supérieure pour transmettre et recevoir des données de manière transparente et indépendante de la couche Physique. Les services de couche supérieure sont fournis par l'adaptateur INA aux unités STU. L'adaptateur INA est par conséquent chargé d'indiquer le mode de transmission et le débit à la couche MAC pour chaque type de service.

Pour chaque connexion assurée par des couches supérieures du côté de l'adaptateur INA (VPI/VCI), un identificateur de connexion est associé à la couche MAC. Le nombre maximal de connexions simultanées qu'il convient qu'une unité NIU prenne en charge est défini de la manière suivante:

- degré A: une unité NIU ne peut traiter qu'une seule connexion à la fois;
- degré B: autant de connexions que nécessaire, définies par l'adaptateur INA de manière dynamique, en tenant compte des demandes de couches supérieures. Dans ce cas, il convient d'attribuer les connexions à la même fréquence dans le sens montant et le sens descendant pour des raisons de mise en œuvre.

Il convient toutefois de noter qu'il n'est pas nécessaire que l'adaptateur INA attribue immédiatement une largeur de bande pour une connexion donnée. Ceci signifie qu'un identificateur de connexion peut exister du côté de l'unité NIU sans numéros d'intervalle associés.

L'adaptateur INA est chargé de fournir la largeur de bande de transmission aux unités NIU, lorsque cela est nécessaire pour les couches supérieures. Cependant, dans la mesure où l'unité NIU est tenue de transmettre toutes les données de l'unité STU, elle est également chargée de demander plus de largeur de bande si la quantité nécessaire n'est pas déjà fournie par l'adaptateur INA.

Une connexion par défaut est établie par l'adaptateur INA à la première mise sous tension des boîtiers. Cette connexion peut être utilisée pour envoyer des données de couches supérieures entraînant des connexions interactives ultérieures. Il est à noter que cette connexion peut être associée à un débit de transmission zéro (pas d'attribution de largeur de bande initiale).

A.5.5.2.2 Relation entre couche Physique et protocole MAC

Jusqu'à 8 voies montantes MDPQ peuvent être associées à chaque voie descendante qui est désignée comme voie de commande MAC. Un exemple de répartition en fréquence est illustré à la Figure A.26. Cette relation est constituée des éléments suivants:

- 1) chaque voie montante associée partage une position d'intervalle commune. Cette référence est fondée sur des marqueurs de temps de 1 ms dérivés d'informations transmises par la voie de commande MAC descendante;
- 2) chaque voie montante associée calcule des numéros d'intervalle provenant d'informations fournies par la voie de commande MAC descendante;
- 3) la messagerie nécessaire à la réalisation des fonctions MAC pour chacune de ces voies montantes associées est transmise par la voie de commande MAC descendante.

Le protocole de commande d'accès au support physique prend en charge plusieurs voies descendantes. Lorsque plusieurs voies sont utilisées, l'adaptateur INA doit spécifier une fréquence hors bande unique appelée la voie de mise en service, où les unités NIU assurent les fonctions d'initialisation et de mise en service. Si les voies OOB descendantes à 1,544 Mbit/s et à 3,088 Mbit/s coexistent dans le réseau, il convient de disposer d'une voie de mise en service pour chaque débit. Il convient également de prévoir une mise en service dans une voie IB au moins, dans les réseaux comptant des unités NIU IB. Un message aperiodique est envoyé sur chaque voie de commande descendante orientée vers la voie de mise en service descendante. Lorsqu'une seule fréquence est utilisée, l'adaptateur INA doit utiliser cette fréquence pour les fonctions d'initialisation et de mise en service.

Le protocole de commande d'accès au support physique prend en charge plusieurs voies montantes. Une des voies montantes doit être désignée comme voie de service. La voie de service doit être utilisée par les unités NIU qui entrent sur le réseau par la procédure d'initialisation et de mise en service. Les autres voies montantes doivent être utilisées pour la transmission de données montantes. Lorsqu'une seule voie montante est utilisée, les fonctions de la voie de service doivent résider en combinaison avec les transmissions de données montantes régulières (voir la Figure A.26).

A.5.5.2.3 Relation entre le compteur de positions d'intervalle de couche Physique et l'attribution d'intervalle MAC

M10-M1 est un compteur de supertrame 10 bits du côté de l'adaptateur INA, alors que le compteur de position intervalle montant est un compteur d'intervalle montant du côté de l'unité NIU. Le compteur de position d'intervalle NIU ($M10-M1 \times 3 \times m$, où $m = 0,5$ pour 256 kbit/s, $m = 3$ pour 1,544 Mbit/s et $m = 6$ pour 3,088 Mbit/s) peut être mis en œuvre sous forme d'un compteur 16 bits qui est comparé aux numéros d'intervalle 16 bits attribués par l'adaptateur INA dans les messages MAC (attribution de liste). Si la valeur du compteur est égale à une quelconque valeur attribuée, l'unité NIU est autorisée à envoyer un paquet montant.

A.5.5.2.4 Modes d'accès (contention/télémétrie/débit fixe/réservation)

Différents modes d'accès sont fournis aux unités NIU dans les régions d'accès spécifiées par les informations contenues dans les champs de frontière d'intervalle des supertrames descendantes. Les limites entre les régions d'accès permettent aux utilisateurs de savoir quand envoyer des données sur une base contention sans risque de collision avec des données de type sans contention. La séparation entre les régions à réservation et les régions à débit fixe fournit également deux manières d'attribuer des intervalles aux unités NIU. Les règles suivantes définissent la manière de sélectionner les modes d'accès:

- *Connexions données*

Lorsque l'adaptateur INA attribue un identificateur de connexion à l'unité NIU, il spécifie une liste d'intervalles à utiliser (accès à débit fixe) ou l'unité NIU doit utiliser un accès en mode contention ou sur réservation selon l'algorithme suivant:

- si l'unité NIU doit envoyer plus de cellules que ce qui a été attribué par l'adaptateur INA, elle ne peut utiliser l'accès en mode contention que si le nombre de cellules à transmettre est inférieur à `Maximum_contention_access_message_length` (spécifiée dans le message de connexion MAC de l'adaptateur INA). Dans ce cas, elle doit attendre l'indicateur de réception d'intervalle avant d'être autorisée à envoyer d'autres cellules avec la même valeur VPI/VCI. L'unité NIU peut envoyer une demande d'accès sur réservation si le nombre de cellules est inférieur à `Maximum_reservation_access_message_length` (spécifiée dans le message de connexion MAC de l'adaptateur INA). Si un nombre plus important de cellules doit être transmis, l'unité NIU doit envoyer des demandes multiples d'accès sur réservation.

- *Messages MAC*

Les messages MAC peuvent être envoyés en accès en mode contention ou sur réservation. La longueur des messages MAC envoyés dans le sens montant doit être inférieure à 40 octets. Si l'information MAC dépasse 40 octets, elle doit être segmentée en plusieurs messages indépendants MAC de 40 octets. L'accès en mode télémétrie ne peut être utilisé que pour des messages MAC spécifiques.

Il est à noter que la connexion VPI/VCI = 0/21 utilisée pour les messages MAC est toujours connectée, l'adaptateur INA n'attribue donc pas un identificateur de connexion particulier qui est normalement utilisé pour les demandes de réservation. Ainsi, pour utiliser l'accès sur réservation, des intervalles attribués à d'autres connexions peuvent être utilisés pour les messages MAC:

- a) *Accès en mode contention*

`Contention Access` indique que des données (MAC ou transmission de données par rafales) sont envoyées dans les intervalles attribués à la région d'accès sur une base contention dans la voie montante. Il peut être utilisé pour envoyer des messages MAC ou des données. Les identificateurs VPI, VCI des cellules ATM sont alors utilisés pour déterminer le type et la direction des données dans des couches supérieures. L'accès sur une base contention assure une attribution de canal instantanée à l'unité NIU.

La technique sur une base contention est utilisée pour des abonnés multiples qui disposent du même accès au canal de signalisation. Des transmissions simultanées peuvent avoir lieu. Pour chaque cellule ATM transmise par l'unité NIU, un accusé de réception positif est renvoyé par l'adaptateur INA en utilisant le champ indicateur de réception, pour chaque cellule ATM reçue correctement. En mode d'accès sur une base contention, un accusé de réception positif indique qu'aucune collision n'a eu lieu. Une collision a lieu si au moins deux unités NIU tentent de

transmettre une cellule ATM pendant le même intervalle. Une collision est supposée se produire si l'unité NIU ne reçoit pas d'accusé de réception positif. En cas de collision, l'unité NIU retransmet en utilisant une procédure à définir.

Pour toutes les transmissions en mode d'accès sur une base contention, une collision est supposée se produire si l'indicateur de réception approprié de l'intervalle utilisé pour la transmission n'est pas activé. Un compteur appelé `backoff_exponent` situé au niveau de l'unité NIU/du boîtier enregistre le nombre de collisions subies par une cellule. Le compteur `backoff_exponent` démarre à une valeur déterminée par la variable `Min_Backoff_Exponent`. Le compteur `backoff_exponent` est utilisé pour produire un nombre aléatoire uniforme compris entre 1 et $2^{\text{backoff_exponent}}$. Ce nombre aléatoire est utilisé pour programmer la retransmission de la cellule qui a subi une collision. Le nombre aléatoire indique, plus précisément, le nombre d'intervalles à accès sur une base contention que l'unité NIU/le boîtier doit attendre avant de transmettre. La première transmission est réalisée dans une cellule aléatoire de la région à accès sur une base contention. Si le compteur atteint le nombre maximal, déterminé par la variable `Max_Backoff_Exponent`, la valeur du compteur reste à cette valeur indépendamment du nombre de collisions ultérieures. Après une transmission correcte, le compteur `backoff_exponent` est remis à la valeur déterminée par la variable `Min_Backoff_Exponent`. Remarque informative: l'algorithme d'accès aléatoire est instable; le code NRC est supposé être suffisamment puissant pour détecter un état instable de l'algorithme d'accès aléatoire et le résoudre.

b) *Accès en mode télémétrie*

`Ranging access` indique que les données sont envoyées dans un intervalle précédé et suivi d'intervalles non utilisés par d'autres utilisateurs. Ces intervalles permettent aux utilisateurs de régler leur horloge en fonction de la distance qui les sépare de l'adaptateur INA de sorte que leurs intervalles se situent dans la bonne durée attribuée. Ils sont soit sur une base contention lorsque l'intervalle de commande de télémétrie **b0** reçu lors de la supertrame précédente était 1 (ou quand `b1-b6 = 55 à 63`), soit réservés lorsque l'adaptateur INA indique à l'unité NIU qu'un intervalle spécifique est réservé pour la télémétrie.

c) *Accès à débit fixe*

NOTE – Dans la terminologie DAVIC, le débit fixe est appelé sans contention.

`Fixedrate_Access` indique que des données sont envoyées dans des intervalles attribués à la région d'accès à débit fixe dans la voie montante. Ces intervalles sont attribués de manière unique à une connexion par l'adaptateur INA. Aucun accès à débit fixe ne peut être engagé par l'unité NIU.

d) *Accès sur réservation*

`Reservation Access` indique que des données sont envoyées dans des intervalles attribués à la région à réservation dans la voie montante. Ces intervalles sont attribués d'une manière unique à une connexion par l'adaptateur INA sur une base trame par trame. Cette attribution se fait sur la demande de l'unité NIU pour une connexion donnée.

A.5.5.2.5 Procédures de traitement d'erreur MAC

Les procédures de traitement d'erreur sont en cours de définition (fenêtres de temporisation, panne du système d'alimentation, etc.).

A.5.5.2.6 Messages MAC

Les types de messages MAC sont divisés en états MAC logiques d'initialisation, d'ouverture de session, de gestion de connexion et de gestion de liaison. Les messages en italique représentent les transmissions dans le sens montant de l'unité NIU vers l'adaptateur INA. Les messages MAC sont envoyés en utilisant l'adressage de diffusion ou l'adressage de diffusion individuelle. Les adresses de diffusion individuelle doivent utiliser des adresses MAC de 48 bits (voir le Tableau A.14).

Tableau A.14/J.112 – Messages MAC

Valeurs des types de message		Type d'adressage
	Messages MAC d'initialisation, de mise en service et d'ouverture de session	
0x01	Message de voie de mise en service	Diffusion
0x02	Message de configuration par défaut	Diffusion
0x03	Message de demande d'ouverture de session	Diffusion
0x04	<i>Message de réponse d'ouverture de session</i>	Diffusion individuelle
0x05	Message d'étalonnage de puissance et de télémétrie	Diffusion individuelle
0x06	<i>Message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie</i>	Diffusion Individuelle
0x07	Message d'initialisation terminée	Diffusion individuelle
0x08-0x1F	[Réservé]	
0x20-0x3F	Messages MAC d'établissement et d'accident de connexion	
0x20	Message de connexion	Diffusion individuelle
0x21	<i>Message de réponse de connexion</i>	Diffusion individuelle
0x22	<i>Message de demande de réservation</i>	Diffusion individuelle
0x23	Message de réponse de réservation	Diffusion
0x24	Message de confirmation de connexion	Diffusion individuelle
0x25	Message de libération	Diffusion individuelle
0x26	<i>Message de réponse de libération</i>	Diffusion individuelle
0x28	Message de réservation accordée	Diffusion
0x29	Attribution d'ID de réservation	Diffusion individuelle
0x2A	<i>Demande d'état de réservation</i>	Diffusion individuelle
0x2B	<i>Message de réponse d'identification de réservation</i>	Diffusion individuelle
0x2C-0x3F	[Réservé]	
	Messages MAC de gestion de liaisons	
0x27	<i>Message repos</i>	Diffusion individuelle
0x40	Message de commande de transmission	Diffusion individuelle ou Diffusion
0x41	Message de remise en service	Diffusion individuelle
0x42	<i>Message de réponse de gestion de liaison</i>	Diffusion individuelle
0x43	Message de demande d'état	Diffusion individuelle
0x44	<i>Message de réponse d'état</i>	Diffusion individuelle
0x45-0x5F	[Réservé]	

Pour assurer la transmission d'information associée à la commande MAC en provenance et à destination de l'unité NIU, un canal virtuel spécialisé doit être utilisé. L'identificateur VPI, VCI pour ce canal doit être 0x000,0x0021:

- *Messages MAC dans le sens montant*

Une adaptation AAL5 (telle que spécifiée dans la Recommandation I.363) doit être utilisée pour encapsuler chaque unité PDU MAC dans une cellule ATM. Il convient que les informations MAC dans le sens montant soient des messages à cellule unique de 40 octets.

- *Messages MAC hors bande dans le sens descendant*

Une adaptation AAL5 (telle que spécifiée dans la Recommandation I.363) doit être utilisée pour encapsuler chaque unité PDU MAC dans une cellule ATM. La longueur des informations MAC hors bande dans le sens descendant peut dépasser 40 octets.

- *Messages MAC dans la bande dans le sens descendant*

Les informations MAC dans la bande dans le sens descendant sont limitées à des messages d'une longueur de 120 octets. Les messages plus longs doivent être divisés en messages séparés. Aucune couche AAL5 n'est définie pour les cellules MPEG-2 TS. Les messages MAC doivent par conséquent être envoyés comme suit:

Dans la mesure où l'information associée à la commande MAC aboutit à l'unité NIU et à l'adaptateur INA, on utilise une structure de message définie en fonction des besoins. Le format de cette structure de message est illustré au Tableau A.15.

NOTE 1 – Tous les messages sont envoyés avec le bit de plus fort poids en premier.

NOTE 2 – Pour tous les messages MAC dont la longueur du paramètre est plus petite que le champ, le paramètre doit être justifié à droite avec les bits de plus fort poids forcés à 0. Tous les champs réservés dans les messages MAC doivent être forcés à 0.

NOTE 3 – Le message 0x23 n'est pas utilisé dans la présente version du protocole MAC. Il correspond au protocole DAVIC 1.0, qui n'est pas traité dans la présente spécification.

NOTE 4 – Si aucune MAC_Address n'est spécifiée, cela signifie que le message est envoyé en diffusion. (Syntax_indicator = 000).

NOTE 5 – Les entiers négatifs sont envoyés en complément de 2.

Tableau A.15/J.112 – Structure de message MAC

	Bits	Octets	Description/numérotation
MAC_message () {			
Message_Configuration	8	1	
Protocol_Version	5		
Syntax_Indicator	3		
Message_Type	8	1	
If (syntax_indicator==001) {			
MAC_Address	(48)	(6)	
}			
{			
MAC_Information_Elements ()		N	
} }			

Version du protocole

Protocol_Version est un champ de 5 bits utilisé pour identifier la version MAC courante. La valeur de ce paramètre est donnée au Tableau A.16.

Tableau A.16/J.112 – Codage de Protocol_version

Valeur	Définition
0	Appareil conforme à la norme DAVIC 1.0 (non cohérent avec la présente spécification)
1	Appareil conforme à la norme DAVIC 1.1
2	Appareil conforme à la norme DAVIC 1.2
3-31	Réservé

Indicateur de syntaxe

Syntax_Indicator est un type énumératif de 3 bits qui indique le type d'adressage contenu dans le message MAC.

```
Enum Syntax_Indicator {No_MAC_Address, MAC_Address_Included, reserved2..7};
```

Adresse MAC

MAC_Address est une valeur de 48 bits qui représente l'adresse MAC unique de l'unité NIU. Cette adresse MAC peut être codée dans l'équipement technique de l'unité NIU ou fournie par une source externe.

A.5.5.3 Initialisation et mise en service MAC

Le présent sous-paragraphe définit la procédure d'initialisation et de mise en service que la commande MAC doit appliquer lors de la mise sous tension ou de la réinitialisation.

- 1) Lorsqu'une unité NIU est activée (c'est-à-dire mise sous tension), elle doit tout d'abord trouver la fréquence de mise en service courante. L'unité NIU doit recevoir le **message de voie de mise en service <MAC>**. En cas de voies multiples, ce message doit être envoyé de manière aperiodique sur toutes les voies descendantes hors bande. Dans le cas d'une voie unique, le message doit indiquer que la voie courante doit être utilisée pour la mise en service. A la réception de ce message, l'unité NIU doit se régler sur la voie de mise en service. Dans le cas d'un flux descendant dans la bande, la voie dans la bande à utiliser pendant la mise en service doit être indiquée conformément à la norme ETS 300 468, aucun message de voie de mise en service <MAC> n'est nécessaire.
- 2) Après une indication de verrouillage valide sur une voie de mise en service, l'unité NIU doit attendre le **MESSAGE DE CONFIGURATION PAR DÉFAUT <MAC>**. Quand ce message est reçu, l'unité NIU doit configurer ses paramètres conformément aux définitions du message de configuration par défaut. Les paramètres de configuration par défaut doivent comprendre les valeurs de temporisation par défaut, les niveaux de puissance par défaut, les comptages des essais par défaut ainsi que d'autres informations associées au fonctionnement du protocole MAC.

La Figure A.28 illustre la séquence de signalisation.

A.5.5.3.1 Message de voie de mise en service <MAC> (diffusion hors bande dans le sens descendant)

Le MESSAGE DE VOIE DE MISE EN SERVICE <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA afin de diriger l'unité NIU vers la bonne fréquence hors bande où la mise en service est réalisée. Le format du message est montré dans le Tableau A.17.

Tableau A.17/J.112 – Format du message de voie de mise en service

	Bits	Octets	Description/numérotation
Provisioning_Channel_Message() {			
Provisioning_Channel_Control_Field	8	1	
<i>reserved</i>	7		7-1:
provisioning_frequency_included	1		0: {non=0, oui=1}
if (<i>provisioning_frequency_included</i>) {			
Provisioning_Frequency	(32)	(4)	
DownStream_Type	8	1	
}			
}			

Champ de commande de la voie de mise en service

Provisioning_Channel_Control_Field est utilisé pour spécifier la fréquence dans le sens descendant à laquelle l'unité NIU sera mise en service.

Fréquence de mise en service comprise

Provisioning_frequency_included est une booléenne qui, lorsqu'elle est activée, indique la fréquence hors bande dans le sens descendant sur laquelle il convient que l'unité NIU se règle pour commencer le procédé de mise en service. Lorsqu'elle est désactivée, elle indique que la fréquence courante dans le sens descendant est la fréquence de mise en service.

Fréquence de mise en service

Provisioning_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence hors bande à laquelle la mise en service de l'unité NIU est réalisée. L'unité de mesure est en Hz.

Type descendant

DownStream_Type est un type énumératif de 8 bits qui indique le format de modulation pour les connexions dans le sens descendant. {réservé, MDPQ_1,544, MDPQ_3,088, 3..255 réservé}.

A.5.5.3.2 Message de configuration par défaut <MAC> (diffusion dans le sens descendant)

Le MESSAGE DE CONFIGURATION PAR DÉFAUT <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU. Le message fournit des paramètres par défaut et des informations de configuration à l'unité NIU. Le format du message est indiqué dans le Tableau A.18.

Tableau A.18/J.112 – Structure de message de configuration par défaut

	Bits	Octets	Description/numérotation
Default_Configuration_Message() {			
Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count	8	1	
Service_Channel_Frequency	32	4	
Service_Channel_Control_Field		1	
MAC_Flag_Set	5		7-3
Service_Channel	3		2-0
Backup_Service_Channel_Frequency	32	4	
Backup_Service_Channel_Control_Field		1	
Backup_MAC_Flag_Set	5		7-3
Backup_Service_Channel	3		2-0
Service_Channel_Frame_Length	16	2	
Service_Channel_Last_Slot	16	2	
Max_Power_Level	8	1	
Min_Power_Level	8	1	
Upstream_Transmission_Rate	3	1	{enum}
Max_Backoff_Exponent	8	1	
Min_Backoff_Exponent	8	1	
Idle_Interval	16	2	
}			

Compteur d'essais d'ouverture de session avant augmentation de la puissance

`Sign_On_Incr_Pwr_Retry_Count` est un entier non signé de 8 bits qui représente le nombre d'essais d'entrée sur le système qu'il convient que l'unité NIU réalise à un niveau de puissance donné, avant d'augmenter son niveau de puissance par incréments de 0,5 dB.

Fréquence de voie de service

`Service_Channel_Frequency` est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence dans le sens montant attribuée à la voie de service. L'unité de mesure est en Hz.

MAC_Flag_Set

`MAC_Flag_Set` est un champ de 5 bits indiquant l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la voie de service (c'est-à-dire que R1a, R1b et R1c représentent l'ensemble 1 d'indicateurs MAC). Dans la structure de charge utile de trame SL-ESF dans le sens descendant hors bande, chaque ensemble de trois octets, désigné par Rxa-Rxc, comprend un ensemble d'indicateurs. Les numéros 1-8 sont attribués à ces huit ensembles d'indicateurs. En synchronisation dans le sens descendant dans la bande, les numéros 1-16 sont attribués aux 16 ensembles d'indicateurs. Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, deux ensembles d'indicateurs successifs sont nécessaires pour définir une période de 3 ms. Dans ce cas, ce paramètre représente le premier de deux ensembles d'indicateurs attribués successivement. Dans le cas d'un flux descendant hors bande à 3,088 Mbit/s, deux trames SL-ESF successives définissent un intervalle de 3 ms. Les octets Rxa-Rxc de la première trame représentent les ensembles d'indicateurs 1-8 alors que les octets Rxa-Rxc de la deuxième trame représentent les ensembles d'indicateurs 9-16.

Une voie descendante contient des informations de commande pour chacune de ses voies montantes associées. Ces informations sont contenues dans des structures appelées indicateurs MAC. Un ensemble d'indicateurs MAC, représenté soit par 24 bits (nommés b0-b23) ou par 3 octets (nommés Rxa, Rxb et Rxc), est attribué de manière unique à une voie montante donnée.

Dans le cas d'un flux descendant hors bande, chaque structure de trame SL-ESF contient huit ensembles d'indicateurs MAC représentés par Rxa, Rxb et Rxc, où x est remplacé par les numéros 1-8. Dans le cas d'un débit dans le sens descendant de 1,544 Mbit/s, il y a une seule trame SL-ESF dans un intervalle de 3 ms fournissant 8 ensembles d'indicateurs MAC. Dans le cas d'un débit dans le sens descendant de 3,088 Mbit/s, il y a deux trames SL-ESF fournissant 16 ensembles d'indicateurs MAC, dans un intervalle de 3 ms. Les indicateurs MAC du deuxième ensemble (contenus dans la deuxième trame SL-ESF) sont désignés par Rxa, Rxb et Rxc, où x est remplacé par les nombres 9 à 16.

Dans le cas d'un flux descendant dans la bande, les indicateurs MAC sont contenus dans la structure de message de commande MAC qui peut contenir jusqu'à 16 ensembles d'indicateurs MAC. Les indicateurs MAC 1-8 sont contenus dans le champ "indicateurs MAC" et les indicateurs MAC 9-16 dans le champ "indicateurs d'extension".

Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, deux ensembles d'indicateurs MAC sont requis. Dans ce cas, le paramètre `MAC_Flag_Set` représente le premier de deux ensembles d'indicateurs MAC attribués successivement.

Voie de service

`Service_Channel` est un champ de 3 bits qui définit la voie attribuée à la `Service_Channel_Frequency`. Bien que la fonction assurée par ce paramètre soit remplacée dans la présente spécification par le `MAC_Flag_Set`, elle est maintenue afin d'identifier la voie logique attribuée à l'unité NIU/boîtier.

Fréquence de la voie de service de réserve

`Backup_Service_Channel_Frequency` est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence dans le sens montant attribuée à la voie de service de réserve. La voie de service de réserve est utilisée en cas d'échec lors de l'entrée sur la voie de service principale. L'unité de mesure est en Hz.

Backup_MAC_Flag_Set

Backup_MAC_Flag_Set est un champ de 5 bits qui représente l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la voie de service de réserve. La fonction de ce champ est la même que celle du champ MAC_Flag_Set ci-dessus, mais associée à la voie de service de réserve.

Voie Backup_Service

Backup_Service_Channel est un champ de 3 bits qui définit la voie attribuée à la Service_Channel_Frequency de réserve. La fonction de ce champ est la même que celle du champ Service_Channel ci-dessus, mais associée à la voie de réserve.

Service_Channel_Frame_Length [réservé]

Non utilisé dans la présente version.

Dernier intervalle de la voie de service

Service_Channel_Last_Slot est un entier non signé de 16 bits qui représente la plus grande valeur d'intervalle du compteur de position d'intervalles de l'unité NIU ($N \times 3 \times m$, N étant défini au A.5.4.3). Généralement, cette valeur est utilisée pour toutes les autres voies montantes. Il s'agit d'un multiple de 3, 9 ou 18 pour 256 kbit/s, 1,544 Mbit/s ou 3,088 Mbit/s respectivement.

Niveau de puissance maximale

MAX_Power_Level est un entier non signé de 8 bits qui représente la puissance maximale à laquelle l'unité NIU doit être autorisée de transmettre dans le sens montant. L'unité de mesure est en dBmicroV (efficace) à 75 Ω .

Niveau de puissance minimale

MIN_Power_Level est un entier non signé de 8 bits qui représente la puissance minimale à laquelle l'unité NIU doit être autorisée de transmettre dans le sens montant. L'unité de mesure est en dBmicroV (efficace) à 75 Ω .

Débit de transmission dans le sens montant

Upstream_Transmission_Rate est un type énumératif de 3 bits qui indique le débit de transmission dans le sens montant.

enum Upstream_Transmission_Rate {Upstream_256K, Upstream_1-544M, Upstream_3-088M, reserved3..7};
--

MIN_Backoff_Exponent

MIN_Backoff_Exponent est un entier non signé de 8 bits qui représente la valeur minimale du compteur exposant de réserve.

MAX_Backoff_Exponent

MAX_Backoff_Exponent est un entier non signé de 8 bits qui représente la valeur maximale du compteur exposant de réserve.

Idle_Interval

Idle_Interval est un entier non signé de 16 bits qui représente l'intervalle prédéfini pour les messages de repos MAC. L'unité de mesure est la milliseconde.

A.5.5.4 Ouverture de session et étalonnage

L'unité NIU doit ouvrir une session conformément à la procédure d'ouverture de session. Le flux de signalisation pour l'ouverture de session est décrit ci-dessous:

- l'unité NIU doit se régler sur la voie de mise en service descendante et sur la voie de service montante grâce aux informations fournies lors de la séquence d'initialisation et de mise en service;
- l'unité NIU doit attendre le **message de demande d'ouverture de session <MAC>** émanant de l'entité INA. L'unité NIU doit utiliser un accès en mode contention sur la voie de service pour accéder au réseau;
- lorsqu'elle a reçu le **message de demande d'ouverture de session <MAC>**, l'unité NIU doit répondre par un **message de réponse d'ouverture de session <MAC>**. Le message de réponse d'ouverture de session doit être transmis dans un intervalle de commande de télémétrie;
- quand il reçoit le message de réponse d'ouverture de session, l'adaptateur INA doit valider l'unité NIU et envoyer un **message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>**;
- l'unité NIU doit répondre au **message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>** par le **message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>**. Le **message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>** doit être transmis dans un intervalle de commande de télémétrie [qui peut se trouver dans la région de télémétrie ($b_0 = 1$) ou dans la région réservée (si un numéro d'intervalle de télémétrie est donné dans le message)];
- l'adaptateur INA doit envoyer le **message d'initialisation terminé <MAC>** quand l'unité NIU est étalonnée. L'unité NIU est supposée étalonnée si le message reçu s'inscrit dans un créneau de 1,5 symbole (débit dans le sens montant) et que la puissance s'inscrit dans un créneau de 1,5 dB par rapport à leur valeur optimale.

Le diagramme de transitions d'états de la Figure A.30 fournit des détails sur la procédure décrite ci-dessus:

NOTE – Le message de commande et de télémétrie présenté à la Figure A.30 correspond au message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>. La réponse de commande et de télémétrie correspond au message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>. "Demande d'ouverture de session" représente le message de demande d'ouverture de session <MAC>, et de la même manière, "réponse d'ouverture de session" représente le message de réponse d'ouverture de session <MAC>.

A.5.5.4.1 Message de demande d'ouverture de session <MAC> (diffusion dans le sens descendant)

Le message de demande d'ouverture de session <MAC> est émis périodiquement par l'adaptateur INA afin de permettre à une unité NIU d'indiquer sa présence sur le réseau. Le format de cette sous-commande est présenté dans le Tableau A.19.

Tableau A.19/J.112 – Structure de message de demande d'ouverture de session

	Bits	Octets	Description/numérotation
Sign-On_Request_Message() {			
Sign-On_Control_Field	8	1	
Reserved	7		7-1
Address_Filter_Params_Included	1		0: {non,oui}
Response_Collection_Time_Window	16	2	
if (Sign-On_Control_Field= Address_Filter_Params_Included) {			
Address_Position_Mask	(8)	(1)	
Address_Comparison_Value	(8)	(1)	
}			
}			

Champ de commande d'ouverture de session

Sign-On_Control_Field spécifie les paramètres qui sont compris dans la demande d'ouverture de session.

Paramètres de filtrage d'adresse compris

Address_filter_params_included est une booléenne qui, lorsqu'elle est activée, indique qu'il convient que l'unité NIU ne réponde aux demandes d'ouverture de session que si ses adresses correspondent aux exigences de filtrage spécifiées dans le message.

Créneau temporel de collecte de réponses

Response_Collection_Time_Window est un entier non signé de 16 bits qui spécifie le temps dont dispose l'unité NIU pour répondre à la demande d'ouverture de session. L'unité de mesure est la milliseconde (ms).

Masque de position d'adresse

Address_Position_Mask est un entier non signé de 8 bits qui indique les positions binaires de l'adresse MAC de l'unité NIU qui sont utilisées pour des comparaisons de filtrage d'adresse. Les positions binaires sont comprises entre le bit numéro mask et mask+7. Mask = 0 correspond aux 8 bits de plus faible poids (LSB) de l'adresse, c'est-à-dire qu'il correspond au nombre de bits décalés vers la gauche. La valeur maximale est 40.

Valeur de comparaison d'adresse

Address_Comparison_Value est un entier non signé de 8 bits qui spécifie la valeur qu'il convient que l'unité NIU utilise pour la comparaison d'adresse MAC (voir la Figure A.31).

A.5.5.4.2 Message de réponse d'ouverture de session <MAC> (sens montant en mode contention ou télémétrie)

Le message de réponse d'ouverture de session <MAC> est envoyé par l'unité NIU en réponse au message de demande d'ouverture de session <MAC> émis par l'entité INA. L'unité NIU doit attendre un temps aléatoire inférieur à Response_Collection_Time_Window pour envoyer ce message (voir le Tableau A.20).

Tableau A.20/J.112 – Structure de message de réponse d'ouverture de session

	Bits	Octets	Description/numérotation
Sign-On_Response_Message() {			
[reserved]	32	4	
[reserved]	16	2	
Retry_Count	8	1	
}			

Compteur d'essais

Retry_Count est un entier non signé de 8 bits qui indique le nombre de transmissions de réponses d'ouverture de session <MAC>. Ce champ est toujours compris dans la réponse à la demande d'ouverture de session <MAC>.

A.5.5.4.3 Message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le MESSAGE D'ÉTALONNAGE DE PUISSANCE ET DE TÉLÉMÉTRIE <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU afin d'ajuster le niveau de puissance ou les décalages temporels que l'unité NIU utilise pour ses transmissions dans le sens montant. Le format de ce message est montré dans le Tableau A.21.

Tableau A.21/J.112 – Structure de message d'étalonnage de puissance et de télémétrie

	Bits	Octets	Description/numérotation
Ranging_and_Power_Calibration_Message() {			
Range_Power_Control_Field	8	1	
<i>reserved</i>	5		7-3:
ranging_slot_included	1		2: {non, oui}
time_adjustment_included	1		1: {non, oui}
power_ajustment_included	1		0: {non, oui}
if (range_power_control_field == time_adjustment_included) {			
Time_Offset_Value	(16)	(2)	
}			
if (range_power_control_field == power_adjustment_included) {			
Power_Control_Setting	(8)	(1)	
}			
if (range_power_control_field == ranging_slot_included) {			
Ranging_Slot_Number	(16)	(2)	
} } }			

Champ de commande de puissance et de gamme

Range_Power_Control_Field spécifie les paramètres de commande de puissance et de gamme compris dans le message.

Ajustement temporel compris

time_adjustment_included est une booléenne qui, lorsqu'elle est activée, indique la présence dans le message d'une valeur de décalage temporel relatif, qu'il convient que l'unité NIU utilise afin d'ajuster sa position de transmission d'intervalle montant.

Ajustement de puissance compris

power_adjust_included est une booléenne qui, lorsqu'elle est activée, indique qu'un réglage de commande de puissance relative est compris dans le message.

Intervalle de télémétrie compris

Ranging_Slot_Included est une booléenne qui, lorsqu'elle est activée, indique que l'intervalle d'étalonnage est disponible. Si ce bit est égal à 1, l'unité NIU doit envoyer sa réponse sur l'intervalle dont le numéro est donné par la valeur **nombre d'intervalles de télémétrie**. Si ce bit est égal à 0, l'unité NIU doit répondre sur un intervalle de télémétrie comme indiqué à la Figure A.30.

Valeur de décalage temporel

Time_Offset_Value est un entier court de 16 bits qui représente un décalage relatif du temps de transmission dans le sens montant. Une valeur négative indique un ajustement "en avant" (plus tard). Une valeur positive indique un ajustement "en arrière" (plus tôt). L'unité de mesure est 100 ns. (L'unité NIU ajuste approximativement son décalage temporel à la valeur la plus proche indiquée par le paramètre Time_Offset_Value, ce qui implique qu'aucune horloge supplémentaire n'est nécessaire pour réaliser un décalage correct.)

Réglage de la commande de puissance

Power_Control_Setting est un entier signé de 8 bits utilisé pour régler un nouveau niveau de puissance sur l'unité NIU. (Une valeur positive représente une augmentation du niveau de puissance de sortie.)

$$\text{Nouveau output_power_level} = \text{output_power_level courant} + \text{power_control_setting} \times 0,5 \text{ dB}$$

Nombre d'intervalles de télémétrie

Ranging_Slot_Number est un entier non signé de 16 bits qui représente le nombre d'intervalles à accès réservé attribués pour la télémétrie de l'unité NIU. Il doit être attribué par l'adaptateur INA dans la zone à réservation. L'adaptateur INA doit s'assurer qu'un intervalle non attribué précède et suit l'intervalle de télémétrie.

A.5.5.4.4 Message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC> (télémétrie réservée ou sur une base contention dans le sens montant)

Le MESSAGE DE RÉPONSE D'ÉTALONNAGE DE PUISSANCE ET DE TÉLÉMÉTRIE <MAC> est envoyé par l'unité NIU à l'adaptateur INA en réponse au MESSAGE D'ÉTALONNAGE DE PUISSANCE ET DE TÉLÉMÉTRIE <MAC>. Le format du message est montré dans le Tableau A.22.

Tableau A.22/J.112 – Structure de message de réponse d'étalonnage de puissance et de télémétrie

	Bits	Octets	Description/numérotation
Ranging_Power_Response_Message () {			
Power_Control_Setting	8	1	
}			

Réglage de la commande de puissance

Power_Control_Setting est un entier signé de 8 bits, défini comme étant une copie du paramètre de réglage de la commande de puissance envoyé par l'adaptateur INA.

A.5.5.4.5 Message d'initialisation terminée <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Ce message n'a pas de corps de message. Il indique la fin de la procédure d'ouverture de session et de mise en service MAC.

A.5.5.5 Etablissement de connexion par défaut

Une fois que l'unité NIU a terminé son état d'étalonnage, elle doit passer à l'état de connexion. Une connexion permanente à débit lent est attribuée à l'unité NIU par l'adaptateur INA. A l'issue de la procédure d'étalonnage initial, l'adaptateur INA fournit une connexion par défaut à l'unité NIU, que cette dernière doit utiliser pour communiquer avec le réseau. Le flux de messages pour cet établissement de connexion est illustré ci-dessous (voir la Figure A.32):

- 1) une fois les procédures d'initialisation, de mise en service et d'ouverture de session terminées, l'adaptateur INA doit attribuer à l'unité NIU une connexion par défaut dans le sens montant et dans le sens descendant. Cette connexion peut être attribuée à n'importe quelle voie montante à l'exception de la zone de télémétrie de voie de service montante. L'adaptateur INA doit attribuer la connexion par défaut en envoyant le **message connexion <MAC>** à l'unité NIU. Ce message doit contenir les paramètres de connexion dans le sens montant et la fréquence à laquelle doit se trouver la connexion par défaut dans le sens descendant;
- 2) une fois qu'elle a reçu le **message connexion <MAC>**, l'unité NIU doit s'accorder aux fréquences dans les sens montant et descendant prescrites et envoyer le **message de réponse de connexion <MAC>**, qui confirme la réception du message;
- 3) une fois que l'adaptateur INA a reçu le **message de réponse de connexion <MAC>**, il doit confirmer la nouvelle connexion en envoyant le **message de confirmation de connexion <MAC>**.

A.5.5.5.1 Message connexion <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Voir le Tableau A.23.

Tableau A.23/J.112 – Structure du message connexion

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Connect_Message () {			
Connection_ID	32	4	
Session_Number	32	4	
Resource_Number	16	2	
Connection_Control_Field	8	1	
DS_ATM_CBD_Included	1		7: {non, oui}
DS_MPEG_CBD_Included	1		6: {non, oui}
US_ATM_CBD_Included	1		5: {non, oui}
Upstream_Channel_Number	3		4-2
Slot_List_Included	1		1: {non, oui}
Cyclic_Assignment	1		0: {non, oui}
Frame_Length	(16)	(2)	
Maximum_Contention_Access_Message_Length	(8)	(1)	
Maximum_Reservation_Access_Message_Length	(8)	(1)	
if (Connection_Control_Field &== DS_ATM_CBD_Included) {			
Downstream_ATM_CBD()	64	8	
}			
if (Connection_Control_Field &== DS_MPEG_CBD_Included) {			
Downstream_MPEG_CBD()	48	6	
}			
if (Connection_Control_Field &== US_ATM_CBD_Included) {			
Upstream_ATM_CBD()	64	8	
}			
if (Connection_Control_Field &== Slot_List_Included) {			
Number_Slots_Defined	8	1	
for (i=0; i<Number_Slots_Assigned; i++) {			
Slot_Number	(16)	(2)	
}			
}			
if (MAC_Control_Params == cyclic_Assignment) {			Accès à débit fixe
Fixedrate_Start	(16)	(2)	
Fixedrate_Dist	(16)	(2)	
Fixedrate_End	(16)	(2)	
}}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente un identificateur de connexion pour la connexion dynamique de l'unité NIU.

Numéro de session

Session_Number est un entier non signé de 32 bits qui représente la session à laquelle les paramètres de connexion sont associés. Ce paramètre n'est pas utilisé dans la présente spécification.

Numéro de ressource

Resource_Number est un entier non signé de 16 bits qui fournit un numéro unique à la ressource définie dans le message. Ce paramètre n'est pas utilisé dans la présente spécification.

Champ de commande de connexion

DS_ATM_CBD_Included est un booléen qui indique que le descripteur ATM dans le sens descendant est compris dans le message.

DS_MPEG_CBD_Included est un booléen qui indique que le descripteur MPEG dans le sens descendant est compris dans le message.

US_ATM_CBD_Included est un booléen qui indique que le descripteur ATM dans le sens montant est compris dans le message.

Upstream_Channel_Number est un entier non signé de 3 bits qui fournit un identificateur pour la voie montante. Ce paramètre n'est pas utilisé dans la présente spécification.

Slot_List_Included est un booléen qui indique que la liste d'intervalles est comprise dans le message.

Cyclic_Assignment est un booléen qui indique une attribution cyclique.

Longueur de frame

Frame_length – Ce nombre non signé de 16 bits représente le nombre d'intervalles successifs dans la région d'accès à débit fixe associés à chaque attribution d'intervalle à débit fixe. Dans la méthode slot_list d'attribution d'intervalles, il représente le nombre d'intervalles successifs associés à chaque élément de la liste. Dans la méthode cyclique d'attribution d'intervalles, il représente le nombre d'intervalles successifs associés au Fixedrate_Start_slot et le nombre d'intervalles qui sont des multiples de Fixedrate_Distance du Fixedrate_Start_slot dans la région d'accès à débit fixe.

Longueur maximale de message à accès sur une base contention

Maximum_contention_access_message_length est un nombre de 8 bits qui représente la longueur maximale en cellules de taille ATM que peut avoir un message transmis en utilisant l'accès sur une base contention. Pour tout message plus grand, il convient d'utiliser l'accès sur réservation.

Longueur maximale de message à accès sur réservation

Maximum_reservation_access_message_length est un nombre de 8 bits qui représente la longueur maximale en cellules de taille ATM que peut avoir un message transmis en utilisant l'accès sur réservation. Il convient de faire des demandes de réservation multiples pour tout message plus grand.

Descripteur de bloc de connexion ATM dans le sens descendant

Voir le Tableau A.24.

Tableau A.24/J.112 – Sous-structure de descripteur de bloc de connexion ATM

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Downstream_ATM_CBD() {			
Downstream_Frequency	32	4	
Downstream_VPI	8	1	
Downstream_VCI	16	2	
Downstream_Type	8	1	
}			

Fréquence dans le sens descendant

Downstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence où se trouve la connexion. L'unité de mesure est en Hz.

Identificateur de trajet virtuel dans le sens descendant

Downstream_VPI est un entier non signé de 8 bits qui représente l'identificateur de trajet virtuel ATM qui est utilisé pour les transmissions dans le sens descendant qui passent par la connexion dynamique.

Identificateur de canal virtuel dans le sens descendant

Downstream_VCI est un entier non signé de 16 bits qui représente l'identificateur de canal virtuel ATM qui est utilisé pour les transmissions dans le sens descendant qui passent par la connexion dynamique.

DownStream_Type

DownStream_Type est un type énumératif de 8 bits qui indique le format de modulation pour les connexions dans le sens descendant. {réservé, MDPQ_1.544, MDPQ_3.088, 3..255 réservé}.

Descripteur de bloc de connexion MPEG dans le sens descendant

Voir le Tableau A.25.

Tableau A.25/J.112 – Sous-structure Downstream_MPEG_CBD

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Downstream_MPEG_CBD () {			
Downstream_Frequency	32	4	
Program_Number	16	2	
}			

Fréquence dans le sens descendant

Downstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence où se trouve la connexion. L'unité de mesure est en Hz.

Numéro de programme

Program_Number est un entier non signé de 16 bits qui fait référence de manière unique à l'attribution de connexion virtuelle dans le sens descendant (PID du programme MPEG-2).

Descripteur de bloc de connexion ATM dans le sens montant

Voir le Tableau A.26.

Tableau A.26/J.112 – Sous-structure Upstream_CBD

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Upstream_ATM_CBD () {			
Upstream_Frequency	32	4	
Upstream_VPI	8	1	
Upstream_VCI	16	2	
MAC_Flag_Set	5	1	7:3
Upstream_Rate	3		2:0
}			

Fréquence dans le sens montant

Upstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la voie attribuée à la connexion. L'unité de mesure est en Hz.

Identificateur de trajet virtuel dans le sens montant

Upstream_VPI est un entier non signé de 8 bits qui représente l'identificateur de trajet virtuel ATM qui est utilisé pour les transmissions dans le sens montant qui passent par la connexion dynamique.

Identificateur de canal virtuel dans le sens montant

Upstream_VCI est un entier non signé de 16 bits qui représente l'identificateur de canal virtuel ATM qui est utilisé pour les transmissions dans le sens montant qui passent par la connexion dynamique.

MAC_Flag_Set

MAC_Flag_Set est un champ de 5 bits qui représente l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la connexion. Dans la structure de capacité utile de trame SL-ESF dans le sens descendant hors bande, chaque ensemble de trois octets, désigné par Rxa-Rxc, comprend un ensemble d'indicateurs. Les numéros 1-8 sont attribués à ces huit ensembles d'indicateurs. En synchronisation dans le sens descendant dans la bande, les numéros 1-16 sont attribués aux 16 ensembles d'indicateurs. Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, deux ensembles d'indicateurs successifs sont nécessaires pour définir une période de 3 ms. Dans ce cas, ce paramètre représente le premier de deux ensembles d'indicateurs attribués successivement. Dans le cas d'un flux descendant hors bande de 3,088 Mbit/s, deux trames SL-ESF successives définissent un intervalle de 3 ms. Les octets Rxa-Rxc de la première trame représentent les ensembles d'indicateurs 1-8 alors que les octets Rxa-Rxc de la deuxième trame représentent les ensembles d'indicateurs 9-16.

Upstream_Rate

Upstream_Rate est un type énumératif de 3 bits qui indique le débit de la connexion dans le sens montant. {Upstream_256K, Upstream_1.544M, Upstream_3.088M, 3-7 réservé}.

Nombre d'intervalles définis

Number_Slots_Defined est un entier non signé de 8 bits qui représente le nombre d'attributions d'intervalle contenues dans le message. L'unité de mesure est l'intervalle.

Nombre d'intervalles

Slot_Number est un entier non signé de 16 bits qui représente le nombre d'intervalles à accès à débit fixe attribués à l'unité NIU.

Début de débit fixe

Fixedrate_Start – Ce nombre non signé de 16 bits représente l'intervalle de début de la région d'accès à débit fixe attribué à l'unité NIU. L'unité NIU peut utiliser les intervalles Frame_length suivants des régions d'accès à débit fixe.

Distance à débit fixe

Fixedrate_Distance – Ce nombre non signé de 16 bits représente la distance, exprimée en intervalles, entre les intervalles supplémentaires attribués à l'unité NIU. A partir du Fixedrate_Start_slot, tous les intervalles qui sont des multiples de Fixedrate_Distance et qui ne dépassent pas Fixedrate_End_slot, sont attribués à l'unité NIU. L'unité NIU peut utiliser les intervalles Frame_length suivants des régions d'accès à débit fixe de chacun de ces intervalles supplémentaires.

Fin de débit fixe

Fixedrate_End – Ce nombre non signé de 16 bits indique le dernier intervalle qui peut être utilisé en accès à débit fixe. Les intervalles attribués à l'unité NIU, déterminés par le Fixedrate_Start_slot, la Fixedrate_Distance et la Frame_length, ne peuvent pas dépasser ce nombre.

A.5.5.5.2 Réponse de connexion <MAC> (contention dans le sens montant, accès réservé ou sur une base contention)

Le MESSAGE DE RÉPONSE DE CONNEXION <MAC> est envoyé par l'unité NIU à l'adaptateur INA en réponse au MESSAGE CONNEXION <MAC>. Le message doit être transmis à la fréquence dans le sens montant spécifiée dans le MESSAGE CONNEXION <MAC> (voir le Tableau A.27).

Tableau A.27/J.112 – Structure de message de réponse de connexion

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Connect_Response() {			
Connection_ID	32	4	
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global pour la connexion dynamique de l'unité NIU.

A.5.5.5.3 Confirmation de connexion <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le message de confirmation de connexion <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU (voir le Tableau A.28).

Tableau A.28/J.112 – Structure de message de confirmation de connexion

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Connect_Confirm() {			
Connection_ID	32	4	
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global pour la connexion dynamique de l'unité NIU.

A.5.5.6 Connexions de données

Une connexion est engagée par l'adaptateur INA en utilisant le message connexion <MAC> décrit au A.5.5.5.1. Ce message peut être utilisé pour attribuer immédiatement des intervalles de temps à une connexion à débit fixe ou juste pour attribuer un identificateur de connexion et les paramètres associés, sans attribuer d'intervalles de temps. Pour l'accès en mode réservation ou sur une base contention, en particulier, aucun intervalle de temps n'est attribué dans le message connexion, mais l'unité NIU doit utiliser l'identificateur de connexion dans les demandes d'intervalles.

Attribution de connexion

L'adaptateur INA peut attribuer d'autres connexions en utilisant le **message connexion <MAC>** décrit ci-dessus. L'unité NIU ne peut faire de demande de connexion, celle-ci étant réalisée par les couches supérieures.

Libération de connexion

Le présent sous-paragraphe définit les exigences de signalisation MAC pour la libération de connexion. La Figure A.33 illustre le flux de signalisation nécessaire pour libérer une connexion. L'unité NIU ne peut libérer une connexion, ceci étant réalisé par les couches supérieures. Seul l'adaptateur INA peut donc prendre l'initiative de ce message:

- 1) à la réception du **message de libération <MAC>** émanant de l'adaptateur INA, l'unité NIU doit rompre la connexion établie dans le sens montant pour le Connection_ID spécifié;
- 2) après interruption de la connexion dans le sens montant, l'unité NIU doit envoyer le **message de réponse de libération <MAC>** sur la voie montante précédemment attribuée à cette connexion.

Message de libération <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le **message de libération <MAC>** est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU pour mettre fin à une connexion préétablie (voir le Tableau A.29).

Tableau A.29/J.112 – Structure du message de libération

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Release_Message() {			
Number_of_Connections	8	1	
for (i=0; i<Number_of_Connections; i++) {			
Connection_ID	32	4	
}			
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global pour la connexion dynamique de l'unité NIU.

Réponse de libération <MAC> (contention dans le sens montant, réservé ou contention)

Le MESSAGE DE RÉPONSE DE LIBÉRATION <MAC> est envoyé par l'unité NIU à l'adaptateur INA pour accuser réception de la libération d'une connexion. Le format du message est montré dans le Tableau A.30.

Tableau A.30/J.112 – Structure du message de réponse de libération

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Release_Response_Message () {			
Connection_ID	32	4	
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global qu'utilise l'unité NIU pour cette connexion.

A.5.5.6.1 Accès à débit fixe

L'accès à débit fixe est assuré par l'adaptateur INA qui utilise le message connexion <MAC>.

A.5.5.6.2 Accès sur une base contention

L'unité NIU doit utiliser des intervalles sur une base contention spécifiés par les champs de définition de frontière d'intervalle (Rx) pour transmettre des messages sur une base contention (voir A.5.3). Le format des messages MAC sur une base contention est décrit par le format de message MAC (voir A.5.5.2.3).

A.5.5.6.3 Accès sur réservation

Le présent sous-paragraphe définit les exigences de signalisation MAC pour l'accès sur réservation. La Figure A.34 illustre le flux de signalisation pour réserver un accès:

- 1) l'unité NIU doit attendre un message <MAC> Reservation ID Assignment Message émanant de l'adaptateur INA avant de pouvoir faire une demande d'accès sur réservation;
- 2) après réception de l'identificateur de réservation, l'unité NIU peut, si nécessaire, demander à tout moment un certain nombre d'intervalles à l'adaptateur INA en utilisant le message <MAC> Reservation Request Message;
- 3) l'adaptateur INA doit répondre à ce message en utilisant le message <MAC> Reservation Grant Message;
- 4) si l'unité NIU n'a pas reçu le message <MAC> Reservation Grant Message avant le Grant_Protocol_Timeout, elle doit envoyer une demande d'état de <MAC> Reservation Status Request à l'adaptateur INA. Ceci renvoie au point 3).

Message d'attribution d'identificateur de réservation <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le message d'attribution d'identificateur de réservation <MAC> est utilisé pour attribuer un Reservation_ID à l'unité NIU. L'unité NIU identifie son entrée dans le Reservation_grant_message en comparant le Reservation_ID qui lui est attribué par le Reservation_ID_assignment_message avec les entrées dans le Reservation_Grant_message.

Le format du message est donné dans le Tableau A.31.

Tableau A.31/J.112 – Structure du message d'attribution d'identificateur de réservation

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reservation_ID_assignment_Message () {			
Connection_ID	32	4	
Reservation_ID	16	2	
Grant_protocol_timeout	16	2	
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global pour la connexion dynamique de l'unité NIU.

Reservation_ID

Reservation_ID est un nombre non signé de 16 bits qui représente un identificateur attribué au niveau local pour la connexion. Celui-ci est utilisé comme identificateur court par l'unité NIU pour identifier les Reservation_Grant_Messages appropriés.

Grant_protocol_timeout

Grant_protocol_timeout est un nombre non signé de 16 bits qui représente le temps, en millisecondes, qu'il convient que l'unité NIU attende avant de vérifier l'état des demandes en attente. Ce paramètre spécifie le temps qu'il convient que l'unité NIU attende après la réception du dernier Reservation_grant_message <MAC> contenant une entrée adressée à l'unité NIU, avant d'engager une demande d'état de réservation. Si l'unité NIU a des demandes accordées en attente au moment de la temporisation, il convient qu'elle envoie un message Reservation_status_request à l'adaptateur INA. L'adaptateur INA répond par un Reservation_grant_message (probablement sans accorder d'intervalles) pour informer l'unité NIU des intervalles libres restants pouvant être attribués. Ceci permet à l'unité NIU d'éliminer tout problème éventuel tel que l'envoi d'une demande supplémentaire d'intervalles ou l'attente d'une attribution supplémentaire.

Message de réponse d'identificateur de réservation <MAC> (sens montant, accès en mode contention ou réservation)

Le message de réponse d'identificateur de réservation <MAC> est utilisé pour accuser réception du message <MAC> Reservation_ID_Assignment.

Le format du message est donné ci-dessous.

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reservation_ID_Response_Message () {			
Connection_ID	32	4	
Reservation_ID	16	2	
}			

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global pour la connexion dynamique de l'unité NIU/boîtier STB.

Reservation_ID

Reservation_ID est un nombre non signé de 16 bits qui représente un identificateur attribué au niveau local pour la connexion. Celui-ci est utilisé comme identificateur court par l'unité NIU/boîtier STB pour identifier les Reservation_Grant_Messages appropriés.

Message de demande de réservation <MAC> (contention dans le sens montant, contention ou réservation)

Voir le Tableau A.32.

Tableau A.32/J.112 – Structure du message de demande de réservation

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reservation_Request_message () {			
Reservation_ID	16	2	
Reservation_request_slot_count	8	1	
}			

Ce message est envoyé par l'unité NIU à l'adaptateur INA.

Reservation_ID

Reservation_ID est un nombre non signé de 16 bits qui représente un identificateur attribué au niveau local pour la connexion. Celui-ci est utilisé comme identificateur court par l'unité NIU pour identifier les Reservation_Grant_Messages appropriés.

Compteur d'intervalles de demande de réservation

Reservation_request_slot_count est un nombre non signé de 8 bits qui représente le nombre d'intervalles demandés par l'unité NIU. C'est le nombre d'intervalles en série qui seront attribués dans la région à réservation de la voie montante. L'adaptateur INA répond par le message Reservation_Grant pour accorder les intervalles demandés.

Message de réservation accordée <MAC> (diffusion dans le sens descendant)

Le MESSAGE DE RÉSERVATION ACCORDÉE <MAC> est utilisé pour indiquer à l'unité NIU les intervalles qui ont été attribués en réponse au message de demande de réservation. L'unité NIU identifie son entrée dans le Reservation_grant_message en comparant le Reservation_ID qui lui est attribué par le Reservation_ID_assignment_message avec les entrées dans le Reservation_Grant_message.

Le format du message est donné dans le Tableau A.33.

Tableau A.33/J.112 – Structure du message de réservation accordée

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reservation_grant_message () {			
Reference_slot	16	2	
Number_grants	8	1	
for (I=1; I<=Number_grants; I++){			
Reservation_ID	16	2	
		2	
Grant_Slot_count	4		15-12
Remaining_slot_count	5		11-7
Grant_control	2		6-5
Grant_slot_offset	5		4-0
}			
}			

Reference_slot

Reference_slot est un nombre non signé de 16 bits qui indique le point de référence pour les autres paramètres du message. Il s'agit d'un intervalle physique de la voie montante. Du fait que les intervalles montants et descendants ne sont pas alignés, l'adaptateur INA doit envoyer ce message dans un intervalle descendant pour qu'il soit reçu par l'unité NIU avant la présence du Reference_slot dans la voie montante.

Number_grants

Number_grants est un nombre non signé de 8 bits qui représente le nombre d'attributions accordées qui sont contenues dans ce message. Il peut s'agir d'attributions accordées à différentes unités NIU, ou à différents connection_ID pour la même unité NIU.

Reservation_ID

Reservation_ID est un nombre non signé de 16 bits qui représente un identificateur attribué au niveau local pour la connexion. Celui-ci est utilisé comme identificateur court par l'unité NIU pour identifier les Reservation_Grant_Messages appropriés.

Grant_slot_count

Grant_slot_count est un nombre non signé de 4 bits qui représente le nombre d'intervalles en série généralement accordés à la rafale montante. A la réception de ce message, des intervalles en série Grant_slot_count sont attribués à l'unité NIU dans la région d'accès sur réservation de la voie montante en commençant à la position indiquée par les valeurs Reference_slot et Grant_slot_offset (des sauts sont nécessaires lorsque le nombre d'intervalles accordés dépasse la longueur de la région d'accès sur réservation). Une valeur de zéro indique qu'aucun intervalle n'a été accordé. C'est généralement le cas dans une réponse à un message Reservation_status_request.

Remaining_slot_count

Remaining_slot_count est un nombre non signé de 5 bits qui représente les intervalles restants pouvant être accordés par l'adaptateur INA avec des messages d'attribution accordée ultérieurs. Une valeur de 0x1f indique qu'au moins 31 intervalles seront rendus disponibles dans le futur. Une valeur de 0x0 indique qu'aucun intervalle supplémentaire ne sera accordé dans le futur et que les intervalles accordés dans ce message sont les seuls intervalles disponibles qui restent pour la connexion. Il convient que l'unité NIU surveille ce compteur afin de déterminer s'il reste suffisamment d'intervalles pour satisfaire les besoins courants. Si des intervalles supplémentaires sont requis en raison de pertes de messages d'attribution accordée ou d'un besoin supplémentaire, il convient de faire la demande d'intervalles supplémentaires en utilisant le Reservation_request_message. Des Reservation_request_messages supplémentaires ne doivent être envoyés que lorsque le Remaining_slot_count est inférieur à 15. Afin de minimiser les contentions sur la voie montante, le Reservation_request_message peut être envoyé dans l'un des intervalles accordés par le Reservation_grant_message.

Grant_Control

Grant_Control est un nombre non signé de 2 bits codé 0 (réservé pour de futures utilisations).

Grant_slot_offset

Grant_slot_offset est un nombre non signé de 5 bits qui représente l'intervalle de début à utiliser pour la rafale montante. Ce nombre est ajouté à l'intervalle de référence pour déterminer l'intervalle physique effectif. A la réception de ce message, des intervalles en série Grant_slot_count sont attribués à l'unité NIU dans la région d'accès sur réservation de la voie montante.

Demande d'état de réservation <MAC> (sens montant, contention ou réservation)

Le message DEMANDE D'ÉTAT DE RÉSERVATION <MAC> est utilisé pour déterminer l'état des demandes en attente qui doivent être accordées par l'adaptateur INA. Ce message n'est envoyé qu'après dépassement de la temporisation du protocole d'accord. L'adaptateur INA répond par le Reservation_grant_message (éventuellement sans accorder d'intervalles) pour informer l'unité NIU du nombre d'intervalles qu'il reste à accorder. Ceci permet à l'unité NIU de corriger un éventuel problème tel que l'envoi d'une demande supplémentaire d'intervalles ou l'attente d'une attribution supplémentaire.

Le format du message est donné dans le Tableau A.34.

Tableau A.34/J.112 – Structure du message de demande d'état de réservation

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reservation_Status_Request_Message () {			
Reservation_ID	16	2	
Remaining_request_slot_count	8	1	
}			

Reservation_ID

Reservation_ID est un nombre non signé de 16 bits qui représente un identificateur attribué au niveau local pour la connexion. Celui-ci est utilisé comme identificateur court par l'unité NIU pour identifier les Reservation_Grant_Messages appropriés.

Remaining_request_slot_count

Remaining_request_slot_count est un nombre non signé de 8 bits qui représente le nombre d'intervalles que l'unité NIU espère se voir accorder.

A.5.5.7 Gestion de liaison MAC

Les tâches de gestion de liaison MAC assurent la surveillance et l'optimisation continues des ressources dans le sens montant. Ces fonctions comprennent:

- gestion de puissance et de synchronisation;
- gestion d'attribution à débit fixe;
- gestion d'erreur de canal.

A.5.5.7.1 Gestion de puissance et de synchronisation

La gestion de puissance et de synchronisation doit assurer une surveillance continue des transmissions dans le sens montant en provenance de l'unité NIU. Le **message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>** est utilisé pour maintenir l'unité NIU dans les sens de tolérance prédéfinis de puissance et de temps.

Le démodulateur de paquets montants doit continuellement surveiller les transmissions de paquets montants en provenance d'une unité NIU. Si un adaptateur INA détecte une unité NIU qui se trouve en dehors de la gamme prédéfinie, il doit envoyer le **message d'étalonnage de puissance et de télémétrie <MAC>** à l'unité NIU.

A.5.5.7.2 Gestion d'attribution AMRT

Afin d'assurer la meilleure attribution de ressources AMRT, l'adaptateur INA doit s'assurer que les attributions à différentes connexions de ressources AMRT dans le sens montant restent intactes lors de l'attribution de ressources à une nouvelle connexion. Toutefois, si une reconfiguration est requise pour minimiser la fragmentation de ressources, l'adaptateur INA doit reconfigurer de manière dynamique les attributions AMRT dans le sens montant à une unité NIU ou un groupe d'unités NIU. Le **message de remise en service <MAC>** est utilisé pour modifier des paramètres de connexion préétablis.

Message de remise en service <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le MESSAGE DE REMISE EN SERVICE <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU afin de réattribuer des ressources dans le sens montant (en maintenant les paramètres de qualité de service requis à l'origine pendant l'établissement de la connexion). Ce message est destiné au maintien d'une voie à débit fixe par l'adaptateur INA pour redistribuer ou réattribuer des ressources attribuées à une unité NIU (voir le Tableau A.35).

Tableau A.35/J.112 – Structure du message de remise en service

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Reprovision_Message () {			
Reprovision_Control_Field	8	1	
<i>Reserved</i>	2		7-6
New_Downstream_IB_Frequency	1		5: {non, oui}
New_Downstream_OOB_Frequency	1		4: {non, oui}
New_Upstream_Frequency_Included	1		3: {non, oui}
New_Frame_Length_Included	1		2: {non, oui}
New_Cyclical_Assignment_Included	1		1: {non, oui}
New_Slot_List_Included	1		0: {non, oui}
<i>if (Reprovision_Control_Field & = New_Downstream_IB_Frequency) {</i>			

Tableau A.35/J.112 – Structure du message de remise en service (*fin*)

	Bits	Octets	Description/ numérotation
New_Downstream_IB_Frequency }	(32)	(4)	
<i>if</i> (Reprovision_Control_Field & = New_Downstream_OOB_Frequency) {			
New_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
DownStream_Type }	8	1	
<i>if</i> (Reprovision_Control_Field & = New_Frequency_Included) {			
New_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
New Upstream Parameters		(2)	
New_Upstream_Channel_Number	3		7:5
reserved	2		4:3
Upstream_Rate	3		2:0:enum
MAC_Flag_Set	5		7:3
Reserved}	3		2:0
<i>if</i> (Connection_Control_Field & = New_Frame_Length_Included) {			
New_Frame_Length }	(16)	(2)	9-0: Non signé
<i>if</i> (Reprovision_Control_Field & = New_Slot_List_Included New_Cyclical_Assignment_Included) {			
Number_of_Connections	(8)	(1)	
<i>for</i> (i=0;i<Number_of_Connections;i++){			
Connection_ID	(32)	(1)	
<i>if</i> (Reprovision_Control_Field & = new_slot_list_included) {			Accès à débit fixe
Number_Slots_Defined	(8)	(1)	
<i>for</i> (i=0;i<Number_Slots_Assigned;i++){			
Slot_Number	(16)	(2)	
}}			
<i>if</i> (Reprovision_Control_Field == new_cyclic_Assignment_included) {			Accès à débit fixe
Fixedrate_Start	(16)	(2)	
Fixedrate_Dist	(16)	(2)	
Fixedrate_End	(16)	(2)	
}}}}			

Champ de commande de remise en service

Reprovision_Control_Field spécifie les modifications de ressources dans le sens montant qui sont incluses.

Nouvelle fréquence dans le sens descendant hors bande

New_Upstream_OOB_Frequency est une booléenne qui indique qu'une nouvelle fréquence dans le sens descendant hors bande est spécifiée dans le message.

Nouvelle fréquence dans le sens descendant dans la bande

New_Upstream_IB_Frequency est un booléen qui indique qu'une nouvelle fréquence dans le sens descendant dans la bande est spécifiée dans le message.

Nouvelle fréquence montante incluse

New_Upstream_Frequency_Included est un booléen qui indique qu'une nouvelle fréquence dans le sens montant est spécifiée dans le message.

Nouvelle longueur de trame incluse

New_Frame_Length_Included est un booléen qui indique qu'une nouvelle trame montante est spécifiée dans le message.

Nouvelle liste d'intervalles incluse

New_Slot_List_Included est un booléen qui indique qu'une nouvelle liste d'intervalles est spécifiée dans le message.

Nouvelle attribution cyclique incluse

New_Cyclical_Assignment_Included est un booléen qui indique qu'une nouvelle attribution cyclique est spécifiée dans le message.

Nouvelle fréquence dans le sens descendant dans la bande

New_Downstream_IB_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence centrale de porteuse réattribuée dans le sens descendant dans la bande. L'unité de mesure est en Hz.

Nouvelle fréquence dans le sens descendant hors bande

New_Downstream_OOB_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence centrale de porteuse réattribuée dans le sens descendant hors bande. L'unité de mesure est en Hz.

DownStream_Type est un type énumératif de 8 bits qui indique le format de modulation pour les connexions dans le sens descendant. {réservé, MDPQ_1.544, MDPQ_3.088, 3..255 réservé}.

Nouvelle fréquence dans le sens montant

New_Upstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence centrale de porteuse réattribuée dans le sens montant. L'unité de mesure est en Hz.

UpstreamStream_Rate est un type énumératif de 3 bits qui indique le débit de la connexion dans le sens montant. {Upstream_256K, Upstream_1.544M, Upstream_3.088M, 3..7 réservé}

MAC_Flag_Set est un champ de 5 bits qui représente l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la connexion. En synchronisation dans le sens descendant hors bande, les numéros 1-8 sont attribués à ces huit ensembles d'indicateurs. En synchronisation dans le sens descendant dans la bande, les numéros 1-16 sont attribués aux 16 ensembles d'indicateurs. Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, ce paramètre représente le premier de deux ensembles d'indicateurs attribués successivement.

Nouvelle longueur de trame

New_Frame_Length est un entier non signé de 16 bits qui représente la taille de la trame à un débit fixe réattribuée dans le sens montant. L'unité de mesure est l'intervalle.

Nombre d'intervalles définis

Number_Slots_Defined est un entier non signé de 8 bits qui représente le nombre d'attributions d'intervalle contenues dans le message. L'unité de mesure est l'intervalle.

Nombre d'intervalles

Slot_Number est un entier non signé de 16 bits qui représente le nombre d'intervalles à débit fixe attribués à l'unité d'interface avec le réseau.

A.5.5.7.3 Gestion d'erreur de canal

Pendant les périodes d'inactivité de connexion, l'unité NIU doit passer en mode repos. Le mode repos est caractérisé par le fait que l'unité NIU transmet périodiquement un **message repos <MAC>**. La transmission en mode repos doit se faire à un rythme périodique suffisant pour permettre à l'adaptateur INA d'établir des statistiques de taux d'erreurs sur les paquets.

Message repos <MAC> (contention dans le sens montant ou réservé)

Le **message repos <MAC>** est envoyé par l'unité NIU du boîtier à l'adaptateur INA à des intervalles prédéfinis (entre 1 et 10 minutes) quand les mémoires tampons de connexion dans le sens montant sont vides (voir le Tableau A.36).

Tableau A.36/J.112 – Structure du message repos

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Idle_Message() {			
Idle_Sequence_Count	8	1	
Power_Control_Setting	8	1	
}			

Compteur de séquence repos

Idle_Sequence_Count est un entier non signé de 8 bits qui représente le compteur de messages repos <MAC> transmis pendant que l'unité NIU est au repos.

Réglage de la commande de puissance

Power_Control_Setting est un entier non signé de 8 bits qui représente l'affaiblissement de puissance absolue qu'utilise l'unité NIU pour les transmissions dans le sens montant.

A.5.5.7.4 Messages de gestion de liaison

Message de commande de transmission <MAC> (diffusion individuelle ou diffusion dans le sens descendant)

Le MESSAGE DE COMMANDE DE TRANSMISSION <MAC> est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU pour vérifier plusieurs aspects de la transmission dans le sens montant. Cela comprend l'arrêt des transmissions dans le sens montant, la réactivation des transmissions d'une unité NIU ou d'un groupe d'unités NIU et le changement rapide de la fréquence qu'utilise une unité NIU ou un groupe d'unités NIU dans le sens montant. Afin d'identifier un groupe d'unités NIU quant à la fréquence de commutation, le message de commande de transmission <MAC> est envoyé en mode diffusion avec la Old_Frequency incluse dans le message. En cas de diffusion avec la Old_Frequency, l'unité NIU doit comparer la valeur de sa fréquence courante avec Old_Frequency. Si elles sont égales, l'unité NIU doit passer à la nouvelle fréquence spécifiée dans le message. Si elles ne sont pas égales, l'unité NIU doit ignorer la nouvelle fréquence et rester sur son canal courant (voir le Tableau A.37).

Tableau A.37/J.112 – Structure du message de commande de transmission

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Transmission_Control_Message() {			
Transmission_Control_Field	8		
reserved	3		7-5:
Stop_Upstream_Transmission	1		4: {non, oui}
Start_Upstream_Transmission	1		3: {non, oui}
Old_Frequency_Included	1		2: {non, oui}
Switch_Downstream_OOB_Frequency	1		1: {non, oui}
Switch_Upstream_Frequency	1		0: {non, oui}
<i>if (Transmission_Control_Field== Switch_Upstream_Frequency && Old_Frequency_Included) {</i>			
Old_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
<i>}</i>			
<i>if (Transmission_Control_Field== Switch_Upstream_Frequency) {</i>			
New_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
New_Upstream_Channel_Number	3	1	7:5
reserved	2		4:3
Upstream_Rate	3		2:0
MAC_Flag_Set	5	1	7:3
Reserved	3		2:0
New_Upstream_Frequency	(32)	(4)	
<i>}</i>			
<i>if (Transmission_Control_Field== Switch_Downstream_OOB_Frequency && Old_Frequency_Included) {</i>			
Old_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
<i>}</i>			
<i>if (Transmission_Control_Field== Switch_Downstream_OOB_Frequency) {</i>			
New_Downstream_OOB_Frequency	(32)	(4)	
DownStream_Type	8	1	
<i>}</i>			
<i>}</i>			

Champ de commande de transmission

Transmission_Control_Field spécifie la commande qui est imposée sur la voie montante.

Arrêt de la transmission dans le sens montant

stop_upstream_transmission est un booléen qui, lorsqu'il est activé, indique qu'il convient que l'unité NIU arrête sa transmission dans le sens montant.

Reprise de la transmission dans le sens montant

start_upstream_transmission est un booléen qui, lorsqu'il est activé, indique qu'il convient que l'unité d'interface avec le réseau reprenne la transmission sur sa voie montante. L'unité NIU doit répondre au message d'étalonnage de puissance et de télémétrie indépendamment du réglage du bit start_upstream_transmission.

Ancienne fréquence incluse

Old_Frequency_Included est un booléen qui, lorsqu'il est activé, indique que la valeur de l'ancienne fréquence est incluse dans le message et qu'il convient de l'utiliser pour déterminer si la commutation de la fréquence est nécessaire.

Commuter fréquence dans le sens descendant hors bande

switch_downstream_OOB_frequency est un booléen qui, lorsqu'il est activé, indique qu'une nouvelle fréquence dans le sens descendant hors bande est incluse dans le message.

Commuter fréquence dans le sens montant

switch_upstream_frequency est un booléen, qui lorsqu'il est activé, indique qu'une nouvelle fréquence dans le sens montant est incluse dans le message. Normalement, switch_upstream_frequency et stop_upstream_transmission sont activés simultanément pour permettre à l'unité NIU d'interrompre la transmission et de changer de canal. Ceci est suivi par le message de commande de transmission <MAC> avec le bit start_upstream_transmission activé.

Ancienne fréquence dans le sens montant

Old_Upstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence qu'il convient que l'unité NIU compare à sa fréquence courante pour déterminer si un changement de canal est requis.

Nouvelle fréquence dans le sens montant

New_Upstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence centrale de porteuse réattribuée dans le sens montant. L'unité de mesure est en Hz.

MAC_Flag_Set est un champ de 5 bits qui représente l'ensemble d'indicateurs MAC attribué à la connexion. En synchronisation dans le sens descendant hors bande, les numéros 1-8 sont attribués à ces huit ensembles d'indicateurs. En synchronisation dans le sens descendant dans la bande, les numéros 1-16 sont attribués aux 16 ensembles d'indicateurs. Dans le cas d'une voie montante à 3,088 Mbit/s, ce paramètre représente le premier de deux ensembles d'indicateurs attribués successivement.

UpstreamStream_Rate est un type énumératif de 3 bits qui indique le débit de la connexion dans le sens montant. {Upstream_256K, Upstream_1.544M, Upstream_3.088M, 3..7 réservé}.

Ancienne fréquence dans le sens descendant hors bande

Old_Downstream_OOB_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence qu'il convient que l'unité NIU compare à sa fréquence courante pour déterminer si un changement de canal est requis.

Nouvelle fréquence dans le sens descendant hors bande

New_Downstream_OOB_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence centrale de porteuse réattribuée dans le sens descendant hors bande. L'unité de mesure est en Hz.

DownStream_Type est un type énumératif de 8 bits qui indique le format de modulation pour les connexions dans le sens descendant. {réservé, MDPQ_1.544, MDPQ_3.088, 3..255 réservé}.

Message de réponse de gestion de liaison (contention dans le sens montant, contention ou réservé)

Le MESSAGE DE RÉPONSE DE GESTION DE LIAISON <MAC> est envoyé par l'unité NIU à l'adaptateur INA pour indiquer la réception et le traitement du message de gestion de liaison précédemment envoyé. Le format du message est montré dans le Tableau A.38.

Tableau A.38/J.112 – Format du message d'accusé de réception de gestion de liaison

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Link_Management_Acknowledge () {			
Link_Management_Msg_Number	16	2	
}			

Numéro de message de gestion de liaison

Link_Management_Msg_Number est un entier non signé de 16 bits qui représente le message de gestion de liaison précédent. Les valeurs valides de Link_Management_Msg_Number sont fournies dans le Tableau A.39.

Tableau A.39/J.112 – Numéro de message de gestion de liaison

Nom du message	Link_Management_Msg_Number
Message de commande de transmission	Valeur type du message de commande de transmission
Message de remise en service	Valeur type du message de remise en service

Message de demande d'état <MAC> (diffusion individuelle dans le sens descendant)

Le message de DEMANDE D'ÉTAT est envoyé par l'adaptateur INA à l'unité NIU pour récupérer des informations sur l'état de santé de l'unité NIU, des informations de connexion et des états d'erreur. L'adaptateur INA peut demander des paramètres d'adresse, des informations d'erreur, des paramètres de connexion ou des paramètres de couche Physique à l'unité NIU. L'adaptateur INA ne peut demander qu'un seul type de paramètre à la fois à une unité NIU donnée (voir le Tableau A.40).

Tableau A.40/J.112 – Structure de message de demande d'état

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Status_Request () {			
Status_Control_Field	8	1	
<i>reserved</i>	5		3-7:
Status_Type	3		0-2: {enum type}
}			

Champ de commande d'état

Status_Control_Field est un type énumératif de 3 bits qui indique les informations d'état qu'il convient que l'unité NIU renvoie.

```
enum Status_Control_Field {Address_Params, Error_Params,
Connection_Params,Physical_Layer_Params, reserved 4..7};
```

Message de réponse d'état <MAC> (contention dans le sens montant, contention ou réservé)

Le MESSAGE DE RÉPONSE D'ÉTAT <MAC> est envoyé par l'unité NIU en réponse au MESSAGE DE DEMANDE D'ÉTAT <MAC> émis par l'adaptateur INA. Le contenu des informations fournies dans ce message varie en fonction de

la demande faite par l'adaptateur INA et de l'état de l'unité NIU. Le message doit être segmenté en messages séparés si sa longueur totale dépasse 40 octets (voir le Tableau A.41).

Tableau A.41/J.112 – Structure du message de réponse d'état

	Bits	Octets	Description/ numérotation
Status_Response() {			
NIU_Status	32	4	
Response_Fields_Included	8	1	
reserved	4		4-7:
Address_Params_Included	1		3: {non, oui}
Error_Information_Included	1		2: {non, oui}
Connection_Params_Included	1		1: {non, oui}
Physical_Layer_Params_Included	1		0: {non, oui}
<i>if (Response_Fields_Included == Address_Params_Included) {</i>			
NSAP_Address	(160)	(20)	
MAC_Address	(48)	(6)	
}			
<i>if (Response_Fields_Included == Error_Information_Included) {</i>			
Number_Error_Codes_Included	(8)	(1)	
<i>for(i=0; i<Number_Error_Codes_Included; i++) {</i>			
Error_Param_code	(8)	(1)	
Error_Param_Value	(16)	(2)	
}			
}			
<i>if (Response_Fields_Included == Connection_Params_Included) {</i>			
Number_of_Connections	(8)	(1)	
<i>for(i=0; i<Number_of_Connections; i++) {</i>			
Connection_ID	(32)	(4)	
}}			
<i>if (Response_Fields_Included == Physical_Layer_Params_Included) {</i>			
Power_Control_Setting	(8)	(1)	
Time_Offset_Value	(32)	(4)	
Upstream_Frequency	(32)	(4)	
Downstream_Frequency	(32)	(4)	
}			
}			

Etat de l'unité NIU

NIU_Status est un entier non signé de 32 bits qui indique l'état courant de l'unité NIU.

NIU_Status {Calibration_Operation_Complete, Default_Connection_Established, Network_Address_Registered, ,reserved};
--

Champs de réponse inclus

Response_Fields_Included est un entier non signé de 8 bits qui indique les paramètres qui sont inclus dans la réponse d'état dans le sens montant.

Adresse NSAP

NSAP_Address est une adresse de 20 octets attribuée à l'unité NIU.

Adresse MAC

MAC_Address est une adresse de 6 octets attribuée à l'unité NIU.

Nombre de codes d'erreur inclus

Number_Error_Codes_Included est un entier non signé de 8 bits qui indique le nombre de codes d'erreur contenus dans la réponse.

Code de paramètre d'erreur

Error_Parameter_Code est un entier non signé de 8 bits qui représente le type d'erreur signalée par l'unité NIU (voir le Tableau A.42).

Tableau A.42/J.112 – Code de paramètre d'erreur

Nom du code de paramètre d'erreur	Code de paramètre d'erreur
Framing_Bit_Error_Count	0x00
Slot_Configuration_CRC_Error_Count	0x01
Reed_Solomon_Error_Count	0x02
ATM_Packet_Loss_Count	0x03

Valeur de paramètre d'erreur

Error_Parameter_Value est un entier non signé de 16 bits qui représente les nombres d'erreurs décelées par l'unité NIU.

Nombre de connexions

Number_of_Connections est un entier non signé de 8 bits qui indique le nombre de connexions spécifiées dans la réponse. Si le nombre de connexions est trop important pour obtenir un message MAC de moins de 40 octets, il est possible d'envoyer des messages séparés contenant chacun uniquement le nombre de connexions.

Identificateur de connexion

Connection_ID est un entier non signé de 32 bits qui représente l'identificateur de connexion global qu'utilise l'unité NIU pour cette connexion.

Réglage de la commande de puissance

Power_Control_Setting est un entier non signé de 8 bits qui représente l'affaiblissement de puissance absolue qu'utilise l'unité NIU pour les transmissions dans le sens montant.

Valeur de décalage temporel

Time_Offset_Value est un entier court de 16 bits qui représente un décalage relatif du temps de transmission dans le sens montant. Une valeur négative indique un ajustement "en avant" dans le temps. Une valeur positive indique un ajustement "en arrière" dans le temps. L'unité de mesure est 100 ns.

Fréquence dans le sens montant

Upstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la voie attribuée à la connexion. L'unité de mesure est en Hz.

Fréquence dans le sens descendant

Downstream_Frequency est un entier non signé de 32 bits qui représente la fréquence où se trouve la connexion. L'unité de mesure est en Hz.

Annexe B

Interface radioélectrique pour la transmission de données par câble

B.1 Domaine d'application et objet

B.1.1 Domaine d'application

La présente annexe est issue des travaux effectués au sujet de spécifications d'interface radioélectrique pour systèmes de transmission de données par câble à grande vitesse qui avaient été développées en Amérique du Nord.

B.1.2 Prescriptions

Dans la présente Recommandation, les mots employés pour définir l'importance d'une prescription particulière sont écrits en majuscules. Ces mots sont:

- "DOIT" Ce mot ainsi que l'adjectif "REQUIS" indiquent que l'article est une prescription absolue de la présente spécification.
- "NE DOIT PAS" Cette expression indique que l'article est une interdiction absolue de la présente spécification.
- "IL CONVIENT DE" Cette expression ainsi que l'adjectif "RECOMMANDÉ" indiquent qu'il peut, dans des circonstances particulières, exister des raisons valables pour ignorer cet article, mais qu'il convient, avant de faire ce choix, de prendre en considération la totalité des incidences et d'étudier soigneusement le cas.
- "IL NE CONVIENT PAS DE" Cette expression indique qu'il peut, dans des circonstances particulières, exister des raisons valables pour que le comportement indiqué soit acceptable ou même utile, mais qu'il convient, avant de faire ce choix, de prendre en considération la totalité des incidences et d'étudier soigneusement le cas.
- "PEUT" Ce mot ainsi que l'adjectif "FACULTATIF" indiquent que cet article est effectivement facultatif. Un fournisseur peut choisir d'inclure l'article par exemple parce qu'il est requis sur un marché particulier ou parce qu'il améliore le produit, alors qu'un autre fournisseur peut choisir d'omettre ce même article.

Pour le reste, le texte est descriptif ou explicatif.

B.1.3 Rappel

B.1.3.1 Objectifs de service

Les opérateurs de systèmes par câble sont intéressés par la mise en place de systèmes de transmission de données à grande vitesse sur les systèmes de télévision par câble. Il a donc été décidé d'élaborer une série de spécifications d'interface qui permettront la définition, la conception, le développement et le déploiement prochains de systèmes de transmission de données par câble sur une base uniforme, cohérente, ouverte, non exclusive et interopérable entre différents fournisseurs.

Les services prévus permettront une transmission bidirectionnelle transparente de protocoles Internet (IP) entre la tête de réseau de systèmes par câble et les locaux de l'abonné par un réseau câblé entièrement en câble coaxial ou hybride fibre optique/câble coaxial (HFC, *hybri-fiber/coax*). Ceci est illustré d'une manière simplifiée à la Figure B.1-1.

La voie de transmission par un système par câble est établie au niveau de la tête de réseau par un système de terminaison de câblo-modem (CMTS), et au niveau de chaque local d'abonné par un câblo-modem (CM). Au niveau de la tête de réseau (ou du pivot), l'interface avec le système de transmission de données par câble est appelée système de terminaison de câblo-modem – interface côté réseau (CMTS-NSI) et est spécifiée dans [MCNS3]. Dans les locaux d'abonné, l'interface est appelée l'interface entre câblo-modem et équipements des locaux d'abonné (CMCI) et est spécifiée dans [MCNS4]. Pour les opérateurs MCNS le but est la transmission transparente d'IP entre ces interfaces, y compris mais sans s'y limiter les datagrammes, DHCP, ICMP, et adressage de groupe IP (diffusion et multidiffusion).

B.1.3.2 Architecture de référence

L'architecture de référence pour les services et les interfaces de transmission de données par câble est donnée à la Figure B.1-2.

B.1.3.2.1 Catégories de spécification d'interface

L'architecture de référence de base de la Figure B.1-2 implique trois catégories d'interface. Celles-ci sont développées en phases:

a) Phase 1

Interfaces de données – Il s'agit des CMCI [MCNS4] et CMTS-NSI [MCNS3], qui correspondent respectivement à l'interface entre câblo-modem et équipements des locaux d'abonné (CPE) (par exemple, entre l'ordinateur de l'abonné et le câblo-modem), et l'interface côté réseau d'un système de terminaison de câblo-modem entre le système de terminaison de câblo-modem et le réseau de données.

b) Phase 2

Interfaces de systèmes d'appui pour l'exploitation – Il s'agit des interfaces de couche de gestion d'élément de réseau entre les éléments de réseau et les systèmes d'appui pour l'exploitation (OSS, *operation support system*) de haut niveau qui peuvent traiter des procédés commerciaux de base et qui sont documentées dans [MCNS5].

Interface de retour téléphone – CMTRI – Il s'agit de l'interface entre le câblo-modem et une voie retour par téléphone, utilisée lorsque la voie retour n'est pas assurée ou n'est pas disponible sur le réseau câblé. Cette interface est documentée dans [MCNS6].

c) Phase 3

Interfaces RF – Les interfaces RF définies dans la présente Recommandation sont les suivantes:

- entre le câblo-modem et le réseau câblé;
- entre le système CMTS et le réseau câblé, dans le sens descendant (transmission vers l'abonné);
- entre le système CMTS et le réseau câblé, dans le sens montant (transmission en provenance de l'abonné).

Prescriptions de sécurité

- le système de sécurité de transmission de données par câble (DOCSS, *data over cable security system*) est défini dans [MCNS2];
- le module de sécurité amovible (RSM, *removable security module*) de CM est défini dans [MCNS7];
- la sécurité fondamentale de transmission de données par câble est définie dans [MCNS8].

B.1.3.2.2 Documents traitant les interfaces de transmission de données par câble

Une liste de documents faisant partie de la famille des spécifications d'interfaces de transmission de données par câble est fournie ci-dessous. Pour les mises à jour, veuillez consulter le URL <http://www.cablemodem.com>.

Désignation	Titre
SP-CMCI	Spécification d'interface entre câblo-modem et équipements des locaux d'abonné
SP-CMTS-NSI	Spécification d'interface de système de terminaison de câblo-modem – interface côté réseau
SP-CMTRI	Spécification d'interface câblo-modem de retour téléphone
SP-OSSI	Spécification d'interface de systèmes d'appui pour l'exploitation
SP-RFI	Spécification d'interface radioélectrique
SP-DOCSS	Spécification de système de sécurité de transmission de données par câble (DOCSS)
SP-RSM	Spécification de module de sécurité amovible
SP-BDS	Spécification de sécurité fondamentale de transmission de données par câble
SP	Spécification
TR	Rapport technique (fournit un contexte pour la compréhension et l'application de la spécification – des documents de ce type peuvent être publiés dans l'avenir).

B.1.3.3 Localisation de serveur

La présente annexe fait référence à plusieurs serveurs qui sont d'une importance primordiale pour l'exploitation d'un système (par exemple les serveurs de mise en service et de sécurité).

Les diagrammes de séquence de messages qui servent d'exemples dans la présente annexe montrent des échanges de messages possibles où l'accès aux serveurs se fait par le système CMTS. Il est important de noter que l'accès à ces serveurs ne se fait pas nécessairement par le système CMTS, mais PEUT se faire par tout câblo-modem configuré d'une manière adaptée. Dans ce cas, les scénarios sont un peu plus compliqués, du fait que les flux de messages sont tels qu'indiqués à la Figure B.1-3. La possibilité de placer ces composantes ailleurs que dans le système CMTS offre une flexibilité maximale à l'opérateur système pour placer les serveurs et configurer le réseau. Il est à noter que dans cette configuration, le système CMTS DOIT être capable d'initialiser sans avoir accès aux serveurs.

B.2 Hypothèses fonctionnelles

Le présent sous-paragraphe décrit les hypothèses qui doivent être posées en matière de caractéristiques d'installations de télévision par câble aux fins de l'exploitation du système de transmission de données par câble. Il ne s'agit pas d'une description des paramètres du système de terminaison de câblo-modem ou du câblo-modem. Le système de transmission de données par câble DOIT fonctionner de manière satisfaisante dans l'environnement décrit dans le présent sous-paragraphe.

B.2.1 Réseau à accès à large bande

Le réseau est supposé être un réseau à accès à large bande en câble coaxial. Il peut s'agir d'un réseau entièrement en câble coaxial ou d'un réseau hybride fibre optique/câble coaxial (HFC). Le terme générique "réseau câblé" est employé pour couvrir tous les cas.

Un réseau câblé utilise une architecture à support partagé, arbre et branches, avec transmission analogique. Les caractéristiques fonctionnelles clés supposées dans la présente annexe sont les suivantes:

- transmission bidirectionnelle;
- une liaison électrique/optique de 160 km au maximum entre le système CMTS et l'abonné le plus éloigné, bien que la distance maximale puisse être de 15 à 25 km;
- une liaison électrique/optique différentielle de 160 km au plus entre le système CMTS et les modems les plus proches et les plus éloignés. Cette distance normalement ne dépasse pas les 25 km.

B.2.2 Hypothèses posées pour ce qui concerne l'équipement

B.2.2.1 Répartition de fréquences

Dans le sens descendant, le système par câble est supposé avoir une fréquence dont la limite inférieure est de 50 ou de 54 MHz et la limite supérieure dépendant de l'application qui s'inscrit généralement dans une gamme allant de 300 à 860 MHz. Dans cette gamme de fréquences, il est supposé y avoir des signaux de télévision analogiques NTSC en canaux de 6 MHz selon une répartition de fréquences normalisée, HRC ou IRC, conformément à la norme provisoire IS-6 de l'EIA, ainsi que d'autres signaux numériques à bande étroite et à large bande.

Dans le sens montant, le système par câble peut avoir une fréquence en sous-division (5-30 MHz) ou en sous-division étendue (5-42 MHz). Il peut y avoir des signaux de télévision analogiques NTSC en canaux de 6 MHz, ainsi que d'autres signaux.

B.2.2.2 Compatibilité avec d'autres services

Le câblo-modem et le système CMTS DOIVENT coexister avec d'autres services sur le réseau câblé. Plus particulièrement:

- a) ils DOIVENT fonctionner de manière satisfaisante dans la gamme de câbles attribués aux interopérations CMTS-CM, le reste de la gamme de câbles étant occupé par une quelconque combinaison de signaux télévision et autres, etc.;
- b) ils ne DOIVENT PAS être à l'origine de perturbations pour les autres services attribués à d'autres gammes du réseau câblé.

B.2.2.3 Conséquences de la localisation des pannes pour d'autres utilisateurs

Etant donné que le système de transmission de données par câble est un système point à multipoint à support partagé, les procédures de localisation des pannes DOIVENT tenir compte des éventuelles conséquences négatives de pannes et des procédures de localisation des pannes pour de nombreux utilisateurs du service de transmission de données par câble et d'autres services.

B.2.3 Hypothèses posées en matière de canal RF

Le système de transmission de données par câble, configuré avec au moins un ensemble de paramètres de couche Physique définis (par exemple, modulation, correction d'erreur directe, rapidité de modulation, etc.) de la gamme de réglages de configuration décrits dans la présente spécification, doit être capable de fonctionner avec un taux de perte de paquets de 1500 octets inférieur à 1% en acheminant au moins 100 paquets par seconde sur des réseaux câblés ayant les caractéristiques définies au B.2.3.

B.2.3.1 Transmission dans le sens descendant

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau câblé dans le sens descendant, nécessaires à la capacité de fonctionnement minimale, sont décrites dans le Tableau B.2-1. Ceci suppose un niveau de porteuse vidéo analogique nominale (puissance de crête en modulation) dans une largeur de bande de canal de 6 MHz. Toutes les conditions sont présentes simultanément.

Tableau B.2-1/J.112 – Hypothèses posées en matière de caractéristiques de transmission des canaux RF dans le sens descendant

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences	La gamme d'exploitation normale d'un système par câble dans le sens descendant va de 50 MHz jusqu'à une valeur aussi élevée que 860 MHz. Toutefois, les valeurs du présent tableau ne s'appliquent qu'aux fréquences ≥ 88 MHz
Espacement des canaux RF (largeur de bande de référence)	6 MHz
Temps de transit de la tête de réseau à l'abonné le plus éloigné	$\leq 0,800$ ms (généralement beaucoup moins)
Rapport porteuse sur bruit dans une bande passante de 6 MHz (niveau vidéo analogique)	Pas moins de 35 dB (Note 4)
Rapport porteuse sur interférences pour la puissance totale (signaux de pénétration discrets et à large bande)	Pas moins de 35 dB dans la largeur de bande de référence
Distorsion due au battement composite du troisième ordre pour les porteuses modulées de manière analogique	Pas plus de -50 dBc dans la largeur de bande de référence
Distorsion due au battement composite du deuxième ordre pour les porteuses modulées de manière analogique	Pas plus de -50 dBc dans la largeur de bande de référence
Niveau de transmodulation	Pas plus de -40 dBc dans la largeur de bande de référence
Ondulation d'amplitude	0,5 dB dans la largeur de bande de référence
Ondulation du temps de propagation de groupe dans le spectre occupé par le système CMTS	75 ns dans la largeur de bande de référence
Limites de microréflexions d'écho dominant	-10 dBc @ $\leq 0,5$ μ s, -15 dBc @ $\leq 1,0$ μ s -20 dBc @ $\leq 1,5$ μ s, -30 dBc @ $> 1,5$ μ s
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	Pas plus de -26 dBc (5%)
Rafales de bruit	Pas plus de 25 μ s à un débit moyen de 10 Hz
Variations saisonnières et diurnes du niveau de signal	8 dB
Pente du niveau de signal, 50-750 MHz	16 dB
Niveau maximal de porteuse vidéo analogique à l'entrée du CM, y compris les variations de niveau de signal mentionnées ci-dessus	17 dBmV
Niveau minimal de porteuse vidéo analogique à l'entrée du CM, y compris les variations de niveau de signal mentionnées ci-dessus	-5 dBmV
NOTE 1 – La transmission se fait du combineur de tête de réseau à l'entrée du modem CM dans les locaux d'abonné.	
NOTE 2 – Pour les mesures au-dessus de la bande de fréquences de fonctionnement normal dans le sens descendant (à l'exception du ronflement), les dégradations sont considérées par rapport au niveau de porteuse NTSC de la plus haute fréquence.	
NOTE 3 – Pour les mesures du ronflement au-dessus de la bande de fréquences de fonctionnement normal dans le sens descendant, une porteuse continue est envoyée à la fréquence d'essai au même niveau que la porteuse NTSC de la plus haute fréquence.	
NOTE 4 – Ceci suppose que la porteuse numérique se trouve à la valeur crête du niveau de porteuse analogique. Si la porteuse numérique se trouve au-dessous de la valeur crête du niveau de porteuse analogique, ce rapport C/N peut être plus bas.	
NOTE 5 – Méthodes de mesure définies dans [NCTA] ou [CableLabs2].	

B.2.3.2 Transmission dans le sens montant

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau câblé dans le sens montant, nécessaires à la capacité de fonctionnement minimale, sont décrites dans le Tableau B.2-2. Toutes les conditions sont présentes simultanément.

Tableau B.2-2/J.112 – Hypothèses posées en matière de caractéristiques de transmission des canaux RF dans le sens montant

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences	5 à 42 MHz de bord à bord
Temps de transit du CM le plus éloigné au CM ou CMTS le plus proche	≤ 0,800 ms (généralement beaucoup moins)
Rapport porteuse sur bruit	Pas moins de 25 dB
Rapport de puissance de porteuse sur puissance de pénétration (la somme de signaux de pénétration discrets et à large bande)	Pas moins de 25 dB (Note 2)
Rapport porteuse sur interférence (la somme de bruit, de distorsion, de distorsion de voie commune et de transmodulation)	Pas moins de 25 dB
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	Pas plus de -23 dBc (7,0%)
Rafales de bruit	Pas plus de 10 µs à un débit moyen de 1 kHz pour la plupart des cas (Notes 3, 4 et 5)
Ondulation d'amplitude	5-42 MHz: 0,5 dB/MHz
Ondulation du temps de propagation de groupe	5-42 MHz: 200 ns/MHz
Microréflexions – écho simple	-10 dBc @ ≤ 0,5 µs -20 dBc @ ≤ 1,0 µs -30 dBc @ > 1,0 µs
Variations saisonnières et diurnes du niveau de signal	Pas plus de 8 dB entre minimum et maximum
<p>NOTE 1 – La transmission se fait de la sortie du modem CM dans les locaux d'abonné à la tête de réseau.</p> <p>NOTE 2 – Des techniques de tolérance ou d'évitement de pénétration PEUVENT être utilisées afin d'assurer le fonctionnement en présence de signaux de pénétration discrets variant en fonction du temps pouvant atteindre un niveau aussi élevé que 0 dBc [CableLabs1].</p> <p>NOTE 3 – Caractéristiques d'amplitude et de fréquence suffisamment fortes pour masquer partiellement ou entièrement la porteuse de données.</p> <p>NOTE 4 – La publication d'un rapport CableLabs contenant des mesures et des méthodes de mesure de transmission de rafales de bruit sur la voie retour est prévue.</p> <p>NOTE 5 – Niveaux de bruit impulsionnel plus courants à des fréquences plus basses (<15 MHz).</p>	

B.2.3.2.1 Disponibilité

Une disponibilité normale de réseau câblé est sensiblement supérieure à 99%.

B.2.4 Niveaux de transmission

Le niveau recherché de puissance nominal du signal ou des signaux MAQ 64 CMTS dans le sens descendant dans un canal de 6 MHz s'inscrit dans une gamme allant de -10 dBc à -6 dBc par rapport au niveau de porteuse vidéo analogique et ne dépasse normalement pas le niveau de porteuse vidéo analogique. Le niveau de puissance nominal du signal ou des signaux CM dans le sens montant est aussi bas que possible afin d'assurer la marge prescrite au-dessus du bruit et des interférences. Un chargement de puissance uniforme par unité de largeur de bande est communément appliqué en réglant des niveaux de signaux dans le sens montant, avec des niveaux spécifiques établis par l'opérateur de réseau câblé afin d'assurer les rapports porteuse sur bruit et porteuse sur interférences prescrits.

B.2.5 Inversion de fréquences

Il n'y a aucune inversion de fréquences dans les voies de transmission, ni dans le sens descendant ni dans le sens montant, c'est-à-dire qu'une modification positive de la fréquence à l'entrée du réseau câblé a pour résultat une modification positive de la fréquence à la sortie.

B.3 Protocoles de communication

Le présent sous-paragraphe fournit une présentation détaillée des protocoles de communication qui DOIVENT être utilisés dans le système de transmission de données par câble. Des spécifications détaillées sur les sous-couches dépendantes du support physique, de transmission dans le sens descendant et de commande d'accès au support physique sont respectivement fournies aux B.4, B.5 et B.6.

B.3.1 Pile de protocoles

Le CM et le CMTS servent de positions de renvoi et également de systèmes de terminaison (hôtes). Les piles de protocoles utilisées dans ces modes diffèrent comme indiqué ci-dessous.

La fonction principale du système câblo-modem est de transmettre des paquets de protocoles Internet (IP) de manière transparente entre la tête de réseau et les locaux d'abonné. Certaines fonctions de gestion fonctionnent également sur les IP, de sorte que la pile de protocoles sur le réseau câblé soit comme indiqué à la Figure B.3-1 (ceci n'implique pas de restriction de la généralité de la transparence IP entre la tête de réseau et l'abonné). Ces fonctions de gestion comprennent, par exemple, la prise en charge de fonctions de gestion du spectre et le téléchargement de logiciels.

B.3.1.1 Modems CM et systèmes CMTS en tant que hôtes

Les CM et CMTS fonctionnent en tant que hôtes IP et LLC selon les termes de la norme 802 de l'IEEE [IEEE 802] en matière de communication par réseau câblé. La pile de protocoles au niveau des interfaces RF CM et CMTS est illustrée à la Figure B.3-1.

Les CM et CMTS DOIVENT fonctionner en tant que hôtes IP. En tant que tels, le CM et le CMTS DOIVENT prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trame de liaison DIX (voir [DIX]). Le CM et le CMTS PEUVENT également prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trame SNAP [RFC-1042].

Le CM et le CMTS DOIVENT également fonctionner en tant que hôtes LLC. En tant que tels, le CM et le CMTS DOIVENT répondre de manière appropriée aux demandes TEST et XID selon [ISO/CEI 8802-2].

B.3.1.2 Renvoi de données par le CM et le CMTS

B.3.1.2.1 Généralités

Le renvoi de données par le CMTS PEUT être une transition transparente, ou PEUT utiliser un renvoi de couche Réseau (routage, commutation IP) tel qu'illustré à la Figure B.3-2.

Le renvoi de données par le CM est une transition transparente de couche Liaison tel qu'indiqué à la Figure B.3-2. Les règles de renvoi sont similaires à celles de l'[ISO/CEI 10038] avec les modifications décrites au B.3.1.2.2 et au B.3.1.2.3. Ceci permet la prise en charge de couches Réseau multiples.

Le renvoi de IP DOIT être pris en charge. La prise en charge d'autres protocoles de couche Réseau est FACULTATIVE. La capacité de limiter la couche Réseau à un seul protocole, tel que le protocole IP, est REQUISE.

La prise en charge du protocole de dédoublement d'interconnexion 802.1d défini dans l'[ISO/CEI 10038] avec les modifications décrites au B.3.1.2.3 est FACULTATIVE pour les CM destinés à l'usage privé. Les CM destinés à un usage commercial et à la transition de CMTS DOIVENT prendre en charge cette version de dédoublement d'interconnexion (voir l'Appendice B.VIII). Les CM et les CMTS DOIVENT être capables de filtrer (et ignorer) les unités BPDU 802.1d.

La présente spécification suppose que les CM destinés à un usage privé ne sont pas connectés dans une configuration qui crée des boucles de réseau telles que celles qui sont illustrées à la Figure B.3-3.

B.3.1.2.2 Règles de renvoi CMTS

Si le renvoi de couche Liaison est utilisé au niveau du CMTS, il DOIT être conforme aux lignes directrices générales 802.1d:

- les trames de couche Liaison entre une paire donnée de stations terminales DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames de couche Liaison ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (celles qui ne peuvent être acheminées au bon moment) DOIVENT être éliminées.

Les mécanismes d'apprentissage et de péremption d'adresses varient en fonction des fournisseurs.

Si un renvoi de couche Réseau est utilisé, il convient que le CMTS soit conforme aux prescriptions de routeur de l'IETF [RFC-1812] en ce qui concerne l'interface CMTS-RFI et les interfaces CMTS-NSI.

En principe, le CMTS renvoie des paquets de données à deux interfaces abstraites: entre l'interface CMTS-RFI et l'interface CMTS-NSI, et entre les voies montantes et descendantes. Le CMTS PEUT utiliser une combinaison de sémantiques de couche Support (transition) et de couche Réseau (routage) à chacune de ces interfaces. Il n'est pas nécessaire d'utiliser les mêmes méthodes aux deux interfaces.

Le renvoi entre les voies montantes et descendantes au sein d'une couche MAC est différent du renvoi dans un réseau local traditionnel par le fait que:

- une voie unique est simplex et ne peut être considérée comme une interface complète pour la majorité des protocoles (par exemple, arbre couvrant 802.1d, protocole d'information de routage selon [RFC-1058]);
- les voies montantes sont principalement point à point, alors que les voies descendantes sont en support partagé;
- s'agissant d'un réseau public, des décisions politiques peuvent être prioritaires par rapport à la connexité totale.

C'est pourquoi dans le CMTS, il existe une entité abstraite, appelée groupeur MAC, permettant d'assurer la connexité entre les stations d'un domaine MAC (voir B.3.2).

B.3.1.2.3 Règles de renvoi CM

Le renvoi de données par un CM est une transition de couche Liaison avec les règles spécifiques suivantes.

B.3.1.2.3.1 Apprentissage d'adresses

- Le CM DOIT acquérir les adresses MAC Ethernet des appareils CPE connectés, par le procédé de mise en service ou par apprentissage, jusqu'à ce que le CM ait acquis son nombre maximal d'adresses CPE (cette valeur varie en fonction des appareils). Une fois que le CM a acquis son nombre maximal d'adresses CPE, les nouvelles adresses CPE ne DOIVENT PAS remplacer les adresses déjà acquises. Le CM doit assurer l'acquisition d'au moins une adresse CPE.
- Le CM DOIT permettre la configuration des adresses CPE pendant le procédé de mise en service (jusqu'à son nombre maximal d'adresses CPE) afin de prendre en charge des configurations dans lesquelles l'apprentissage n'est pas applicable ou non souhaité.
- Les adresses fournies pendant la mise en service du CM DOIVENT être prioritaires par rapport aux adresses apprises.
- Il ne DOIT PAS exister de péremption d'adresses CPE.
- Lors de la réinitialisation d'un CM (un cycle d'alimentation, par exemple), toutes les adresses apprises DOIVENT être éliminées (elles ne sont pas conservées dans la mémoire rémanente, afin de permettre des modifications d'adresses MAC ou le déplacement du CM).

B.3.1.2.3.2 Renvoi

Le renvoi CM dans les deux sens DOIT être conforme aux lignes directrices 802.1d générales suivantes:

- les trames de couche Liaison entre une paire donnée de stations terminales DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames de couche Liaison ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (celles qui ne peuvent pas être acheminées au bon moment) DOIVENT être éliminées.

Le renvoi du réseau câblé vers Ethernet DOIT suivre les règles spécifiques suivantes:

- des trames adressées à des destinations inconnues ne DOIVENT PAS être renvoyées du port câble au port Ethernet;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées au port Ethernet, à moins qu'elles ne proviennent d'adresses de source qui sont fournies ou apprises en tant qu'appareils CPE pris en charge, auquel cas elles ne DOIVENT PAS être renvoyées;
- les trames de multidiffusion DOIVENT être renvoyées au port Ethernet conformément aux réglages de configuration de filtrage spécifiés par les systèmes d'appui pour l'exploitation et le commerce de l'opérateur du système par câble, à moins qu'elles ne proviennent d'adresses de source qui sont fournies ou apprises en tant qu'appareils CPE pris en charge, auquel cas elles ne DOIVENT PAS être renvoyées.

Le renvoi d'Ethernet au réseau câblé DOIT suivre les règles spécifiques suivantes:

- des trames adressées à des destinations inconnues DOIVENT être renvoyées du port Ethernet au port câble;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées au port câble;
- les trames de multidiffusion DOIVENT être renvoyées au port câble conformément aux réglages de configuration de filtrage spécifiés par les systèmes d'appui pour l'exploitation et le commerce de l'opérateur du système par câble;
- les trames en provenance d'adresses autres que celles fournies ou apprises comme étant des adresses d'appareils CPE pris en charge, ne DOIVENT PAS être renvoyées;
- si un CM mono-utilisateur a appris une adresse prise en charge, il ne DOIT PAS renvoyer des données en provenance d'une autre source. D'autres adresses sources CPE (non prises en charge) DOIVENT être apprises par le port Ethernet et ces informations utilisées afin de filtrer les transmissions locales comme dans un pont intelligent traditionnel;
- si un CM mono-utilisateur a appris que A est son appareil CPE pris en charge et B un deuxième appareil raccordé au port Ethernet, il DOIT filtrer toute transmission de A à B.

B.3.2 Le groupeur MAC

Le groupeur MAC est une sous-couche MAC qui est située dans le CMTS, juste au-dessous de l'interface de point d'accès au service MAC (MSAP), comme indiqué à la Figure B.3-4. Il est chargé d'acheminer les trames montantes vers:

- une ou plusieurs voies descendantes;
- l'interface MSAP.

Dans la Figure B.3-4, la sous-couche LLC et les sous-couches de sécurité de liaison des voies montantes et descendantes du réseau câblé se terminent au groupeur MAC.

L'interface MSAP PEUT être le procédé de renvoi NSI-RFI ou la pile de protocoles hôtes du CMTS.

L'acheminement de trame peut être fondé sur une sémantique couche Liaison de données (transition), une sémantique de couche Réseau (routage) ou une combinaison des deux. Une sémantique de couche supérieure peut également être utilisée (par exemple des filtres sur les numéros de port de protocole UDP). Le CMTS DOIT assurer la connexité IP entre des hôtes rattachés à des câblo-modems, et doit le faire de manière à satisfaire les attentes des abonnés rattachés à Ethernet. Par exemple, le CMTS doit renvoyer les paquets ARP ou faciliter la mise en place d'un service ARP mandataire. Le groupeur MAC du CMTS PEUT fournir des services pour des protocoles autres que IP.

Il est à noter qu'il n'est pas prescrit que toutes les voies montantes et descendantes soient groupées en un seul point MSAP comme indiqué ci-dessus. Le fournisseur peut aussi bien choisir de mettre en place des points MSAP multiples, chacun avec une seule voie montante et descendante.

B.3.2.1 Exemples de règles pour le renvoi par couche Liaison de données

Si le groupeur MAC est mis en œuvre en utilisant uniquement la sémantique de couche Liaison de données, les prescriptions du présent sous-paragraphe s'appliquent.

L'acheminement des trames dépend de l'adresse de destination contenue dans la trame. Les moyens d'apprendre la localisation de chaque adresse varient en fonction du fournisseur et PEUVENT inclure:

- apprentissage et péremption d'adresses sources similaires à la transition transparente;
- collecte dans les messages de demande d'enregistrement MAC;
- moyens administratifs.

Si une trame a une adresse de destination de monodiffusion, et si cette adresse est associée à une voie descendante particulière, la trame DOIT être renvoyée sur cette voie¹.

Si une trame a une adresse de destination de monodiffusion et s'il est connu que l'adresse se trouve de l'autre côté (supérieur) de l'interface MSAP, la trame DOIT être acheminée vers l'interface MSAP.

Si l'adresse de destination est une adresse de diffusion, multidiffusion², ou inconnue, la trame DOIT être acheminée vers le MSAP et vers toutes les voies descendantes.

Les règles d'acheminement sont similaires aux règles de la transition transparente:

- les trames d'une source spécifique à une destination particulière DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames qui ne peuvent être acheminées au bon moment DOIVENT être éliminées;
- IL CONVIENT DE préserver la séquence de vérification de trame plutôt que de la régénérer.

B.3.3 Couche Réseau

Comme indiqué ci-dessus, l'objet du système de transmission de données par câble est la transmission transparente de protocoles IP à travers le système.

Le protocole de couche Réseau est le protocole Internet (IP) version 4, tel que défini dans RFC-791, et la conversion en protocole IP version 6.

La présente annexe n'impose aucune prescription en matière de réassemblage de paquets IP.

B.3.4 Au-dessus de la couche Réseau

Les abonnés ont la possibilité d'utiliser la capacité IP transparente en tant que porteur pour les services de couche supérieure. L'utilisation de ces services est transparente pour le CM.

¹ Les fournisseurs peuvent mettre en œuvre des extensions, similaires aux adresses statiques dans la transition telle que définie dans la norme 802.1d/ISO 10038, ce qui entraîne une autre manière de filtrer ou de traiter les trames.

² L'adresse de multidiffusion tous CMTS (voir Appendice B.1) est une exception. Les PDU de pont d'arbre couvrant telles que définies dans la norme 802.1d/ISO 10038 doivent être renvoyées.

Outre la transmission de données d'utilisateur, il existe plusieurs capacités de fonctionnement et de gestion de réseau qui dépendent de la couche Réseau. Il s'agit des paramètres suivants:

- SNMP (protocole de gestion de réseau simple, [RFC-1157]), pour la gestion de réseau;
- TFTP (protocole de transfert de fichiers simplifié, [RFC-1350]), un protocole de transfert de fichiers pour le téléchargement de logiciels et d'informations de configuration;
- DHCP (protocole de configuration de serveur dynamique, DHCP [RFC-1541]), un cadre pour passer des informations de configuration à des hôtes sur un réseau TCP/IP;
- un protocole de gestion de la sécurité tel que défini dans [MCNS2].

B.3.5 Couche Liaison de données

La couche Liaison de données est répartie en sous-couches conformément à la norme [IEEE 802], avec en plus la sécurité de couche Liaison conformément à [MCNS2] et [MCNS8]. En partant du haut, les sous-couches sont:

- sous-couche de commande de liaison logique (LLC) (uniquement classe 1);
- sous-couche de sécurité de couche Liaison;
- sous-couche de commande d'accès au support physique (MAC).

B.3.5.1 Sous-couche LLC

La sous-couche LLC DOIT être conforme à l'[ISO/CEI 10039]. La résolution d'adresse DOIT être utilisée de la manière définie dans [RFC-826]. La définition du service MAC à LLC est spécifiée dans l'[ISO/CEI 10039].

B.3.5.2 Sous-couche de sécurité de couche Liaison

La sécurité de couche Liaison DOIT être conforme à [MCNS2] et [MCNS8].

B.3.5.3 Sous-couche MAC

La définition détaillée de la sous-couche MAC et des interfaces associées est fournie au B.6.

La sous-couche MAC définit un émetteur unique pour chaque voie descendante – le CMTS. Tous les CM sont à l'écoute de toutes les trames transmises sur la voie descendante sur laquelle ils sont enregistrés et acceptent celles dont la destination correspond au CM lui-même ou à des CPE qui sont atteints par le port CMCI. Les CM peuvent communiquer avec d'autres CM uniquement par le biais du CMTS.

La voie montante est caractérisée par de nombreux émetteurs (CM) et un récepteur (le CMTS). Dans la voie montante, le temps est réparti en intervalles, assurant l'accès multiple par répartition dans le temps à des tops d'horloge réguliers. Le CMTS fournit la référence de temps et commande l'utilisation autorisée de chaque intervalle. Les intervalles peuvent être accordés pour la transmission par les CM particuliers, ou par tous les CM sur une base contention. Les CM peuvent faire des demandes de temps de transmission. Les CM peuvent également, dans une certaine limite, tenter de transmettre des données réelles. Dans les deux cas, des collisions peuvent avoir lieu et des répétitions sont utilisées.

Le sous-paragraphe B.6 décrit les messages de sous-couche MAC du CMTS qui dirigent le comportement des CM sur la voie montante, ainsi que la messagerie des CM au CMTS.

B.3.5.3.1 Aperçu général

Certaines des caractéristiques de protocole MAC comprennent:

- attribution de largeur de bande commandée par le CMTS;
- un flux de mini-intervalles dans le sens montant;
- combinaison dynamique de possibilités de transmission en mode contention et sur réservation;
- efficacité de largeur de bande par la prise en charge de paquets de longueurs variables;
- extensions assurées pour la future prise en charge d'unités PDU de données ATM ou autres;
- prise en charge de classe de service;
- extensions assurées pour la sécurité dans la couche Liaison de données;
- prise en charge d'une large gamme de débits.

B.3.5.3.2 Définition de service MAC

La définition de service de sous-couche MAC est fournie dans l'Appendice B.IV.

B.3.6 Couche Physique

La couche Physique (PHY) est constituée de deux sous-couches:

- sous-couche de convergence de transmission (uniquement dans le sens descendant);
- sous-couche dépendante du support physique (PMD).

B.3.6.1 Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant

La sous-couche de convergence de transmission n'existe que dans le sens descendant. Elle permet d'assurer des services supplémentaires par le flux binaire de couche Physique. Ces services supplémentaires peuvent, par exemple, comprendre la vidéonumérique. La définition de tels services supplémentaires ne s'inscrit pas dans le domaine d'application de la présente annexe.

Cette sous-couche est définie comme une série continue de paquets MPEG de 188 octets [Rec. UIT-T H.222.0], chacun d'entre eux étant constitué d'un en-tête de 4 octets suivi de 184 octets de charge utile. L'en-tête identifie la charge utile comme appartenant à la transmission de données par câble MAC. D'autres valeurs d'en-tête peuvent indiquer qu'il s'agit d'autres charges utiles. La combinaison de charges utiles est arbitraire et commandée par le CMTS.

La sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant est définie au B.5.

B.3.6.2 Sous-couche PMD

B.3.6.2.1 Aperçu général

La sous-couche PMD implique des porteuses RF à modulation numérique sur le réseau câblé analogique.

Dans le sens descendant, la sous-couche PMD est fondée sur la [Rec. UIT-T J.83 B], à l'exception des points précisés au B.4.3.2, et comprend les caractéristiques suivantes:

- formats de modulation MAQ 64 et MAQ 256;
- spectre occupé de 6 MHz qui coexiste avec tous les autres signaux sur l'installation par câble;
- concaténation de codage complet de Reed-Solomon et de codage en treillis qui assure l'exploitation dans la majorité des réseaux câblés en Amérique du Nord;
- entrelaceur de profondeur variable prend en charge des données sensibles et insensibles au temps de passage.

Les caractéristiques dans le sens montant sont les suivantes:

- CM flexible et programmable commandé par le CMTS;
- agilité de fréquence;
- accès multiple par répartition dans le temps;
- formats de modulation MDPQ et MAQ 16;
- prise en charge de formats de PDU de trame fixe et de longueur variable;
- débits multiples;
- codage complet de Reed-Solomon programmable;
- préambules programmables.

B.3.6.2.2 Points d'interface

Trois points d'interface RF sont définis dans la sous-couche PMD:

- a) sortie dans le sens descendant sur le CMTS;
- b) entrée dans le sens montant sur le CMTS;
- c) entrée/sortie par câble sur le câblo-modem.

Des interfaces séparées de sortie dans le sens descendant et d'entrée dans le sens montant sont requises sur le CMTS afin d'assurer la compatibilité avec des solutions courantes de combinaison et de division dans la tête de réseau des signaux dans le sens descendant et des signaux dans le sens montant.

B.4 Spécification de sous-couche dépendante du support physique

B.4.1 Domaine d'application

La présente spécification définit les caractéristiques électriques et les protocoles pour un câblo-modem (CM) et pour le système de terminaison de câblo-modem (CMTS). Le but de la présente spécification est de définir un CM et un CMTS interopérables de sorte que toute implémentation d'un CM peut fonctionner avec n'importe quel CMTS. La présente spécification ne précise cependant aucune implémentation spécifique.

B.4.2 Sens montant (amont)

B.4.2.1 Aperçu général

La sous-couche dépendante du support physique (PMD) dans le sens montant utilise un format de modulation de paquet AMRF/AMRT qui peut assurer cinq rapidités de modulation et deux formats de modulation (MDPQ et MAQ 16). Le format de modulation comprend la mise en forme des impulsions pour l'efficacité spectrale, est agile en fréquence porteuse et a des niveaux de puissance de sortie réglables. Le format de la sous-couche PMD comprend une rafale modulée à longueur variable qui débute de manière précise dans le temps à des frontières espacées de multiples entiers de 6,25 μ s. (Ce qui correspond à 16 symboles au débit le plus élevé.)

Chaque rafale est compatible avec une modulation flexible, un débit, un préambule, un brassage de la capacité utile et un codage FEC programmable.

Tous les paramètres de transmission dans le sens montant associés aux sorties de transmission par rafale du CM peuvent être configurés par le CMTS par la messagerie descriptive MAC. Un grand nombre de ces paramètres peuvent être programmés rafale par rafale.

La sous-couche PMD peut assurer un mode de transmission quasi continue, dans lequel l'extrémité de fin d'une rafale PEUT chevaucher l'extrémité de début de la rafale suivante de sorte que l'enveloppe transmise n'est jamais zéro. La synchronisation système des transmissions AMRT de différents CM DOIT assurer que le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole du préambule de la rafale suivante sont séparés par une durée de cinq symboles au minimum. L'intervalle de garde DOIT être égal ou supérieur à la durée de cinq symboles plus l'erreur de synchronisation maximale. L'erreur de synchronisation provient autant du CM que du CMTS. La qualité de fonctionnement de synchronisation CM est spécifiée au B.4. L'erreur de synchronisation maximale et l'intervalle de garde peuvent varier entre les CMTS de différents fournisseurs.

Le modulateur dans le sens montant fait partie du câblo-modem qui fait l'interface avec le réseau câblé. Le modulateur contient la fonction réelle de modulation de niveau électrique et la fonction de traitement du signal numérique; cette dernière assure la correction FEC, l'ajout du préambule, le mappage des symboles et d'autres étapes de traitement. La présente spécification se fonde sur le principe de mettre les rafales en mémoire tampon dans la portion de traitement du signal pour que celle-ci:

- 1) accepte le flux d'informations rafale par rafale;
- 2) transforme ce flux en une rafale complète de symboles destinée au modulateur;
- 3) envoie le flux de symboles mis en rafales correctement synchronisées à un modulateur sans mémoire au moment exact de la transmission de rafale.

La partie sans mémoire du modulateur ne réalise que la mise en forme des impulsions et la transposition de fréquence en quadrature.

Au niveau du démodulateur, similaire au modulateur, il existe deux composantes fonctionnelles fondamentales: la fonction de démodulation et la fonction de traitement du signal. Contrairement au modulateur, le démodulateur est situé dans le CMTS et la spécification est rédigée sur la base de l'existence d'une fonction de démodulation (pas nécessairement un démodulateur physique réel) pour chaque fréquence porteuse utilisée. La fonction de démodulation reçoit toutes les rafales à une fréquence donnée.

NOTE – Il convient que la conception de l'unité tienne compte de la nature de voies multiples de la démodulation et du traitement du signal qui doivent être réalisés dans la tête de réseau, il convient également que les fonctionnalités de partition/partage soient appropriées à une application multivoie d'un niveau optimal. La conception d'un démodulateur pouvant prendre en charge des voies multiples dans une unité de démodulateur peut être appropriée.

La fonction de démodulation du démodulateur accepte des signaux de niveaux variables, situés autour d'un niveau de puissance commandé, et réalise la synchronisation des symboles, la poursuite et la récupération de la porteuse, l'acquisition de rafale et la démodulation. De plus, la fonction de démodulation assure une estimation de la synchronisation de rafale par rapport à un bord de référence, une estimation de la puissance des signaux reçus, une estimation du rapport signal sur bruit, et peut engager une égalisation adaptative afin d'atténuer les effets:

- a) d'échos dans l'installation par câble;
- b) des pénétrations à bande étroite;
- c) du temps de propagation de groupe.

La fonction de traitement du signal du démodulateur réalise le traitement inverse de la fonction de traitement du signal du modulateur. Ceci comprend l'acceptation du flux de données en rafale, le décodage, etc., et éventuellement le multiplexage des données de voies multiples en un seul flux de sortie. La fonction de traitement du signal fournit également la référence de synchronisation de bord et le signal de validation du déblocage aux démodulateurs afin d'activer l'acquisition de rafale pour chaque intervalle de rafale attribué. La fonction de traitement du signal peut également fournir une indication sur la réussite du décodage, l'erreur du décodage ou l'échec du décodage pour chaque mot de code et le nombre de symboles de Reed-Solomon corrigés dans chaque mot de code. Pour chaque rafale amont, le CMTS a connaissance préalable de la longueur exacte de cette rafale en symboles unitaires (voir B.4.2.6, B.4.2.10.1 et B.I.2).

B.4.2.2 Formats de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT fournir les formats de modulation MDPQ et MAQ 16.

Le démodulateur dans le sens montant DOIT prendre en charge le format MDPQ, le format MAQ 16, ou les deux.

B.4.2.2.1 Débits de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer la modulation MDPQ à 160, 320, 640, 1280 et 2560 k Bd, et la modulation MAQ 16 à 160, 320, 640, 1280 et 2560 k Bd.

La variété de débits de modulation et la flexibilité de réglage des fréquences porteuses dans le sens montant, permettent aux opérateurs de positionner les porteuses dans des interstices du motif de pénétration à bande étroite, comme cela est traité dans l'Appendice B.VI.

La rapidité de modulation dans le sens montant DOIT être fixée pour chaque fréquence dans le sens montant.

B.4.2.2.2 Mappage des symboles

Le mode de modulation (MDPQ ou MAQ 16) est programmable. Les symboles transmis dans chaque mode et le mappage des bits d'entrée dans la constellation I et Q DOIVENT être conformes au Tableau B.4-1. Dans le tableau, I_1 est le bit de plus fort poids du mappage du symbole, Q_1 est le bit de plus faible poids pour MDPQ et Q_0 est le bit de plus faible poids pour MAQ 16. Q_1 et I_0 ont des positions binaires intermédiaires dans la modulation MAQ 16. Le bit de plus fort poids DOIT être le premier bit des données en série à entrer dans le mappeur de symbole.

Tableau B.4-1/J.112 – Conversion I/Q

Mode MAQ	Définition de bit d'entrée
MDPQ	$I_1 Q_1$
MAQ 16	$I_1 Q_1 I_0 Q_0$

Le mappage des symboles MDPQ dans le sens montant DOIT être conforme aux prescriptions de la Figure B.4-1.

Le mappage non inversé des symboles MAQ 16 (code de Gray) DOIT être tel que représenté à la Figure B.4-2.

Le mappage différentiel des symboles MAQ 16 DOIT être tel qu'indiqué à la Figure B.4-3.

Si un codage de quadrant différentiel est validé, le quadrant de symbole en cours de transmission est dérivé du quadrant de symbole transmis précédemment et des bits d'entrée en cours conformément au Tableau B.4-2.

Tableau B.4-2/J.112 – Dérivation de quadrant de symbole en cours de transmission

Bits d'entrée en cours I(1) Q(1)	Changement de phase de quadrant	MSB du symbole transmis précédemment	MSB pour le symbole en cours de transmission
00	0°	11	11
00	0°	01	01
00	0°	00	00
00	0°	10	10
01	90°	11	01
01	90°	01	00
01	90°	00	10
01	90°	10	11
11	180°	11	00
11	180°	01	10
11	180°	00	11
11	180°	10	01
10	270°	11	10
10	270°	01	11
10	270°	00	01
10	270°	10	00

B.4.2.2.3 Mise en forme du spectre

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge une mise en forme en racine de cosinus carré surélevé de Nyquist de 25%.

Le spectre occupé ne DOIT PAS dépasser les largeurs de canal indiquées dans le Tableau B.4-3.

Tableau B.4-3/J.112 – Largeur maximale de canal

Rapidité de modulation (kBd)	Largeur de canal (kHz) ^{a)}
160	200
320	400
640	800
1280	1600
2560	3200
a) La largeur de canal est celle de -30 dB.	

B.4.2.2.4 Agilité et gamme de fréquences dans le sens montant

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT assurer l'exploitation sur la gamme de fréquences allant de 5 à 42 MHz de bord à bord.

La résolution de fréquence décalée DOIT être prise en charge dans une gamme de ± 32 kHz (incrément = 1 Hz; implémenté dans une gamme de ± 10 Hz).

B.4.2.2.5 Format de spectre

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer l'exploitation avec le format $s(t) = I(t) * \cos(\omega t) - Q(t) * \sin(\omega t)$, où t désigne le temps et ω la fréquence angulaire.

B.4.2.3 Codage FEC

B.4.2.3.1 Modes de codage FEC

Le modulateur dans le sens montant DOIT pouvoir assurer les sélections suivantes: codes de Reed-Solomon par GF(256) avec $T = 1$ à 10 ou pas de codage FEC.

Le polynôme générateur de Reed-Solomon suivant DOIT être pris en charge:

$$g(x) = (x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{2T-1})$$

où l'élément de champ primitif α est 0x02 hex.

Le polynôme primitif de Reed-Solomon suivant DOIT être pris en charge:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

Le modulateur dans le sens montant DOIT fournir des mots de code d'une longueur minimale de 18 octets (16 octets d'information [k] plus deux octets de parité pour correction d'erreur lorsque $T = 1$) jusqu'à une longueur maximale de 255 octets (octets de type k plus octets de parité). La taille des mots non codés est d'un octet au minimum.

En mode de dernier mot de code raccourci, le CM DOIT fournir le dernier mot de code d'une rafale raccourcie de k octets de données par mot de code par rapport à la longueur attribuée de la manière indiquée au B.4.2.10.1.2.

La valeur de T DOIT être configurée en réponse au descripteur de voie montante du CMTS.

B.4.2.3.2 Application des bits aux symboles de correction FEC

Le signal d'entrée dans le codeur Reed-Solomon est logiquement un flux de bits en série issu de la couche de commande MAC du CM. Le premier bit de ce flux DOIT être appliqué au bit MSB du premier symbole Reed-Solomon entrant dans le codeur. Le bit MSB du premier symbole sortant du codeur DOIT être mappé au premier bit du flux de bits en série injecté dans le brouilleur.

Noter que la convention de conversion d'octets en bits série du flux de commande MAC montant implique que le bit LSB de chaque octet soit mappé au premier bit du flux de bits en série, conformément au B.6.2.1.3.

B.4.2.4 Brouilleur (brasseur)

Le modulateur dans le sens montant DOIT activer un brouilleur (illustré à la Figure B.4-4) où la valeur de départ de 15 bits DOIT être programmable de manière arbitraire.

Au début de chaque rafale, le registre est libéré et la valeur de départ est chargée. La valeur de départ DOIT être utilisée pour calculer le bit brouilleur qui est combiné dans un XOR avec le premier bit de données de chaque rafale (qui est le bit de plus fort poids du premier symbole suivant le dernier symbole du préambule).

La valeur de départ du brouilleur DOIT être configurée en réponse au descripteur de voie montante du CMTS.

Le polynôme DOIT être $x^{15} + x^{14} + 1$.

B.4.2.5 Ajout du préambule

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge un champ préambule de longueur variable qui est ajouté au début des données après qu'elles ont été brassées et traitées par un codage de Reed-Solomon.

Le premier bit du motif de préambule est le premier bit entrant dans le mappeur de symboles (voir la Figure B.4-8) et c'est I_1 dans le premier symbole de la rafale (voir B.4.2.2.2). Le premier bit du motif de préambule est indiqué par le décalage de valeur de préambule comme décrit au Tableau B.6-15 du B.6.3.2.2.

La valeur du préambule qui est ajoutée DOIT être programmable et la longueur DOIT être de 0, 2, 4, ..., ou 1024 bits pour la modulation MDPQ et 0, 4, 8, ..., ou 1024 bits pour la modulation MAQ 16. Ainsi, la longueur maximale du préambule est de 512 symboles MDPQ ou 256 symboles MAQ.

La longueur et la valeur du préambule DOIVENT être configurées en réponse au message de descripteur de voie montante transmis par le CMTS.

B.4.2.6 Profils de rafales

Les caractéristiques de transmission sont séparées en trois parties:

- les paramètres de canal;
- les attributs de profil de rafale;
- les paramètres uniques d'utilisateur.

Les paramètres de canal comprennent:

- la rapidité de modulation (cinq débits, allant de 160 kBd à 2,56 MBd par échelons d'octave;
- la fréquence centrale (Hz);
- la superchaîne de préambule sur 1024 bits.

Les paramètres de canal sont décrits plus en détail au B.6.3.2.2, Tableau B.6-14. Ces caractéristiques sont partagées par tous les utilisateurs d'un canal donné. Les attributs de profil de rafale sont énumérés dans le Tableau B.4-4, ainsi qu'au B.6.3.2.2, Tableau B.6-15. Ces paramètres sont les attributs partagés qui correspondent à un type de rafale. Les paramètres uniques d'utilisateur peuvent varier d'un utilisateur à l'autre, même s'il utilise le même type de rafale sur le même canal qu'un autre utilisateur (par exemple le niveau de puissance). Ces paramètres sont énumérés au Tableau B.4-5.

Tableau B.4-4/J.112 – Attributs de profil de rafale

Attributs de paramètre de réglage	Réglages de configuration
Modulation	MDPQ, MAQ 16
Codage différentiel	Activé/désactivé
Longueur de préambule	0-1024 bits (voir B.4.2.5)
Décalage de valeur du préambule	0 à 1022
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10 (0 implique que la FEC est désactivée)
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	Fixe: 16 à 253 (si la FEC est active) Raccourci: 16 à 253 (si la FEC est active)
Valeur de départ du brouilleur	15 bits
Longueur maximale de rafale (mini-intervalles) (Note)	0 à 255
Intervalle de garde	5 à 255 symboles
Longueur du dernier mot de code	Fixe, raccourci
Brasseur activé/désactivé	Activation/désactivation
NOTE – Une longueur de rafale de 0 mini-intervalle dans le profil de canal indique que la longueur de rafale est variable sur ce canal pour ce type de rafale. Tant qu'elle n'est pas fixée, la longueur de rafale est accordée explicitement par le CMTS au CM dans l'affectation.	

Tableau B.4-5/J.112 – Paramètres de rafale uniques d'utilisateur

Paramètre	Réglages de configuration
Niveau de puissance (Note)	+8 à +55 dBmV (MAQ 16) +8 à +58 dBmV (MDPQ), pas de 1 dB
Excursion de fréquence (Note)	Étendue = ± 32 kHz; incrément = 1 Hz; implémenté dans une étendue de ± 10 Hz
Décalage de télémétrie	0 à (2 ¹⁶ - 1), incréments de 6,25 µs/64
Longueur de rafale (mini-intervalles) si variable sur ce canal (varie de rafale en rafale)	1 à 255 mini-intervalles
Coefficients égaliseurs de transmission (Note) (uniquement sur des modems de haut de gamme)	Jusqu'à 64 coefficients; 4 octets par coefficient: 2 réels et 2 complexes
NOTE – Les valeurs du tableau s'appliquent au canal donné et à la rapidité de modulation donnée.	

Le CM DOIT produire chaque rafale à l'instant approprié, tel qu'acheminé dans les messages d'attribution de mini-intervalle envoyés par les tables MAP du système CMTS (voir B.6.3.2.3).

Le CM DOIT prendre en charge tous les profils de rafale commandés par le système CMTS au moyen des descripteurs de rafale contenus dans le descripteur de voie montante (UCD) (voir B.6.3.2.2) puis attribués pour transmission dans une table MAP (voir B.6.3.2.3).

Le CM DOIT mettre en œuvre l'excursion de fréquence jusqu'à une valeur s'inscrivant dans une étendue de ± 10 Hz.

Le décalage de télémétrie est la correction d'erreur appliquée par le CM au temps de trame montante CMTS dérivé au niveau du CM afin de synchroniser les transmissions montantes selon la méthode AMRT. Le décalage de télémétrie est une avance dont la valeur est environ égale au temps de propagation aller et retour du CM par le CMTS. Pour ce décalage, le CMTS DOIT fournir des retours de correction au CM. Ces informations sont fondées sur la bonne réception d'une ou de plusieurs rafales (c'est-à-dire des résultats satisfaisants pour chacune des techniques employées: correction d'erreur ou CRC), avec une précision de 1/2 symbole et une résolution de 1/64 de l'incrément du top de trame ($6,25 \mu\text{s}/64 = 0,09765625 \mu\text{s} = 1/4$ de la durée de symbole de la rapidité de modulation la plus élevée = $10,24 \text{ MHz}^{-1}$).

Le CMTS envoie des corrections au CM, une valeur négative correspondant à une réduction du décalage de télémétrie, et donc à un retardement des instants de transmission au niveau du CM. Le CM *doit* introduire la correction avec une résolution inférieure ou égale à la durée d'un symbole (pour la rapidité adoptée pour la rafale), et avec une précision (pour les éléments autres qu'un biais fixe) dans les limites de $\pm(0,25 \mu\text{s} + 1/2 \text{ symbole})$ relativement à la résolution. Cette précision sur le temps de rafale CM est donnée relativement aux limites du mini-intervalle de temps, et peut être dérivé au niveau du CM par un traitement idéal des signaux d'horodatage reçus du CMTS.

Le CM *doit* être capable de commuter les profils de rafale sans qu'un délai de reconfiguration soit nécessaire entre les rafales sauf pour les changements des paramètres suivants:

- 1) puissance de sortie;
- 2) modulation;
- 3) rapidité de modulation;
- 4) fréquence décalée;
- 5) fréquence des canaux;
- 6) décalage de télémétrie.

Pour la rapidité de modulation, l'excursion de fréquence et le décalage télémétrique, le CM DOIT être capable de transmettre des rafales consécutives aussi longtemps que le CMTS attribue au moins 96 symboles entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante. La durée maximale de reconfiguration de 96 symboles doit concurrencer la durée de sortie progressive d'une rafale et la durée d'entrée progressive de la rafale suivante, ainsi que le temps de transmission global de l'émetteur y compris le temps de transfert en pipeline et le temps de précorrection (facultative). En cas de changement de type de modulation, le CM DOIT être capable de transmettre des rafales consécutives aussi longtemps que le CMTS attribue au moins 96 symboles entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante. La puissance de sortie, la rapidité de modulation, l'excursion de fréquence, la fréquence de voie et le décalage télémétrique ne DOIVENT PAS être modifiés tant que le CMTS ne fournit pas au CM suffisamment de temps entre les rafales. La puissance de sortie émise, la rapidité de modulation, l'excursion de fréquence, la fréquence de voie et le décalage télémétrique ne DOIVENT PAS varier si plus de -30 dB de l'énergie d'un symbole quelconque de la rafale précédente reste à émettre ou si plus de -30 dB de l'énergie d'un symbole quelconque de la rafale suivante a été émis. La modulation ne DOIT PAS changer si plus de -30 dB de l'énergie d'un symbole quelconque de la rafale précédente reste à émettre ou si plus de -30 dB de l'énergie d'un symbole quelconque de la rafale suivante a été émis, à l'EXCLUSION de l'effet du correcteur d'émission (s'il est présent dans le CM). (Cette prescription doit être vérifiée sans filtrage par le correcteur d'émission et avec seulement le temps de transmission dans ce cas. Noter que si le CMTS possède une rétroaction décisionnelle dans son correcteur, il peut avoir besoin de fournir un intervalle plus long que 96 symboles entre rafales de chaque type de modulation que le même CM peut utiliser: cela relève d'une décision du CMTS.) Des réglages négatifs du décalage télémétrique provoqueront une violation du temps de garde de 96 symboles. Le CMTS doit veiller à ce que cela ne se produise pas en attribuant un temps de garde supplémentaire entre rafales, au moins égal à la grandeur du décalage télémétrique négatif.

Si la fréquence des canaux doit être modifiée, le CM DOIT être capable de réaliser la modification entre les rafales tant que le CMTS attribue au moins 96 symboles plus 100 ms entre le dernier centre de symbole d'une rafale et le premier symbole de la rafale suivante.

La fréquence des canaux du CM DOIT être fixée dans une gamme conforme aux prescriptions de bruit de phase et de précision fournies au B.4.2.9.5 et au B.4.2.9.6 dans un délai de 100 ms après le début de la modification.

Si la puissance de sortie doit être modifiée de 1 dB ou moins, le CM DOIT être capable d'appliquer les modifications entre les rafales tant que le CMTS attribue au moins 96 symboles plus 5 μ s entre le dernier centre de symbole d'une rafale et le premier centre de symbole de la rafale suivante.

Si la puissance de sortie doit être modifiée de plus de 1 dB, le CM DOIT être capable d'appliquer les modifications entre les rafales tant que le CMTS attribue au moins 96 symboles plus 10 μ s entre le dernier centre de symbole d'une rafale et le premier centre de symbole de la rafale suivante.

La puissance de sortie du CM DOIT être fixée dans une gamme de tolérance de $\pm 0,1$ dB par rapport à son niveau de puissance de sortie final:

- a) dans les 5 μ s à partir du début d'une modification de 1 dB ou moins;
- b) dans un délai de 10 μ s à partir du début d'une modification supérieure à 1 dB.

La puissance de transmission de sortie DOIT être maintenue constante pendant une rafale AMRT avec une tolérance inférieure à 0,1 dB (sans tenir compte de la quantité théoriquement présente due à la mise en forme des impulsions, et à la modulation d'amplitude dans le cas d'une modulation MAQ 16).

B.4.2.7 Convention de synchronisation de rafale

La Figure B.4-5 illustre la synchronisation de rafale nominale.

La Figure B.4-6 indique la synchronisation de rafale dans le cas le plus défavorable. Dans le présent exemple, la rafale N arrive 1,5 symbole en retard et la rafale N + 1 arrive 1,5 symbole en avance, la séparation de 5 symboles est toutefois maintenue; la bande passante de sécurité de 8 symboles est représentée.

A une rapidité de modulation de R_s , le débit de symbole est de $T_s = 1/R_s$ seconde. Les extrémités de début et de fin sont les zones d'empiètement d'un symbole dans le domaine temps supérieur à T_s dues au filtre de mise en forme des symboles. Si un seul symbole était transmis, sa durée serait plus longue que T_s étant donné que la réponse impulsionnelle du filtre de mise en forme est supérieure à T_s . La zone d'empiètement du premier et du dernier symbole d'une transmission en rafale étend la durée effective de la rafale à plus de $N * T_s$, où N est le nombre de symboles que contient la rafale.

B.4.2.8 Prescriptions de puissance d'émission

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge différentes valeurs de puissance d'émission. Les prescriptions portent sur:

- 1) la gamme de puissance d'émission commandée;
- 2) la valeur de pas des commandes de puissance;
- 3) la précision (puissance de sortie réelle comparée à la valeur commandée) de la réponse à la commande.

Le mécanisme par lequel les ajustements de puissance sont réalisés est défini au B.7.2.5. De tels ajustements DOIVENT s'inscrire dans les gammes de tolérances décrites ci-dessous.

B.4.2.8.1 Gamme et agilité de puissance de sortie

La puissance d'émission de sortie dans la largeur de bande de référence DOIT être variable dans une gamme allant de +8 dBmV à 55 dBmV (MAQ 16), 58 dBmV (MDPQ), par pas de 1 dB.

La précision absolue de la puissance transmise DOIT être de ± 2 dB, et la précision de la taille des pas de $\pm 0,4$ dB avec une marge d'hystérésis (de 20 dB par exemple) lors de la commutation d'entrée/de sortie d'un atténuateur à échelons, auquel cas la prescription de précision est élargie à $\pm 1,4$ dB. Par exemple, l'augmentation de la puissance réelle suite à une commande d'augmentation du niveau de puissance de 1 dB pour la prochaine rafale transmise par le CM DOIT se situer entre 0,6 dB et 1,4 dB.

La résolution des échelons DOIT être de 1 dB ou moins. Si le CM est commandé avec une résolution trop fine pour ses possibilités, il DOIT arrondir à la plus proche dimension d'échelon prise en charge. Si l'échelon commandé est à mi-chemin entre deux dimensions d'échelon prises en charge, le CM DOIT choisir la plus petite. Par exemple, avec une résolution d'échelon prise en charge à 1 dB, une commande d'échelonnement à $\pm 0,5$ dB ne produira aucun échelon, alors qu'une commande d'échelonnement à $\pm 0,75$ dB produira un échelon de ± 1 dB.

B.4.2.9 Prescriptions de fidélité

B.4.2.9.1 Emissions parasites

La puissance du bruit et des composantes non essentielles ne DOIT PAS dépasser les niveaux indiqués dans les Tableaux B.4-6, B.4-7 et B.4-8.

Dans le Tableau B.4-6, la puissance parasite dans la bande inclut le bruit, le résidu de porteuse, les raies de marquage temporel, les produits parasites de synthétiseur et d'autres produits non essentiels d'émetteur. Elle ne comprend pas le brouillage entre symboles unitaires (ISI). La largeur de bande pour le mesurage de la puissance parasite dans la bande est égale à la rapidité de modulation (par exemple 160 kHz pour 160 kBd).

La largeur de bande de mesurage pour les 3 (ou moins de 3) bandes de fréquences associées aux porteuses (au-dessous de 42 MHz) est de 160 kHz avec un maximum de 3 bandes de 160 kHz, chacune à -47 dBc au plus pendant une rafale d'émission, pouvant être exclues des bandes "de 5 à 42 MHz" spécifiées dans le Tableau B.4-8.

La largeur de bande de mesurage est également de 160 kHz pour les valeurs entre rafales du Tableau B.4-6 au-dessous de 42 MHz. La spécification des rafales d'émission s'applique pendant les mini-intervalles attribués au CM (lorsque celui-ci utilise tout ou partie de l'attribution) et pendant un mini-intervalle avant et après les mini-intervalles attribués. (Noter qu'un mini-intervalle peut être aussi court que 32 symboles ou $12,5 \mu\text{s}$ au débit de 2,56 MBd ou aussi court que $200 \mu\text{s}$ au débit de 160 kBd.) Les valeurs spécifiées entre rafales s'appliquent sauf au cours de l'utilisation d'une attribution de mini-intervalles et pendant le mini-intervalle qui précède ou qui suit l'attribution utilisée.

Tableau B.4-6/J.112 – Emissions parasites

Paramètre	Rafale d'émission	Niveau entre rafales
Dans la bande [la puissance parasite dans la bande inclut le bruit, le résidu de porteuse, les raies de marquage temporel, les produits parasites de synthétiseur et d'autres produits non essentiels d'émetteur. Elle ne comprend pas le brouillage entre symboles (ISI)].	-40 dBc	-72 dBc ou -59 dBmV, selon la valeur la plus élevée
Dans la bande adjacente	Voir le Tableau B.4-7	-72 dBc ou -59 dBmV, selon la valeur la plus élevée
Dans les 3 (ou moins de 3) bandes associées aux porteuses (telles que l'harmonique du 2 ^e ordre s'il est inférieur à 42 MHz)	-47 dBc	-72 dBc ou -59 dBmV, selon la valeur la plus élevée
Dans les bandes de 5 à 42 MHz (à l'exclusion de la voie attribuée, des canaux adjacents et des voies associées aux porteuses)	Voir le Tableau B.4-8	-72 dBc ou -59 dBmV, selon la valeur la plus élevée
Limites intégrées pour le CM (dans une bande de moins de 4 MHz, y compris les résidus discrets) ^{a)} 42 à 54 MHz 54 à 60 MHz 60 à 88 MHz 88 à 860 MHz	Max de -40 dBc ou -26 dBmV -35 dBmV -40 dBmV -45 dBmV	-26 dBmV -40 dBmV -40 dBc Max de -40 dBc ^{b)} ou -45 dBmV
Limites discrètes pour le CM ^{a)} 42 à 54 MHz 54 à 88 MHz 88 à 860 MHz	Max de -50 dBc ou -36 dBmV -50 dBmV -50 dBmV	-36 dBmV -50 dBmV -50 dBmV
<p>a) Ces limites spécifiées excluent un unique résidu discret associé à la voie reçue en direct; cet unique résidu discret ne DOIT PAS être supérieur à -40 dBmV.</p> <p>b) dBc se rapporte au niveau reçu du signal descendant. Certaines puissances de sortie parasites sont proportionnelles au niveau du signal reçu.</p>		

B.4.2.9.1.1 Rayonnements non essentiels dans un canal adjacent

Des rayonnements non essentiels, issus d'une porteuse émise, peuvent apparaître dans un canal adjacent qui pourrait être occupé par une porteuse ayant une rapidité de modulation identique ou différente. Le Tableau B.4-7 énumère les niveaux prescrits des rayonnements non essentiels dans les canaux adjacents pour toutes les combinaisons de rapidité de modulation sur la porteuse émise et de rapidité de modulation dans les canaux adjacents. Le mesurage est effectué dans un intervalle entre canaux adjacents dont la largeur et la distance par rapport à la porteuse émise sont appropriées à la rapidité de modulation de la porteuse émise et à celle de la porteuse contenue dans le canal adjacent.

Tableau B.4-7/J.112 – Rayonnements non essentiels dans un canal adjacent

Rapidité de modulation de la porteuse émise	Spécification dans l'intervalle	Intervalle de mesurage et distance par rapport à la limite de porteuse	Rapidité de modulation de la porteuse contenue dans le canal adjacent
160 kBd	-45 dBc	20 à 180 kHz	160 kBd
	-45 dBc	40 à 360 kHz	320 kBd
	-45 dBc	80 à 720 kHz	640 kBd
	-42 dBc	160 à 1440 kHz	1280 kBd
	-39 dBc	320 à 2880 kHz	2560 kBd
Toutes les autres rapidités de modulation	-45 dBc	20 à 180 kHz	160 kBd
	-45 dBc	40 à 360 kHz	320 kBd
	-45 dBc	80 à 720 kHz	640 kBd
	-44 dBc	160 à 1440 kHz	1280 kBd
	-41 dBc	320 à 2880 kHz	2560 kBd

B.4.2.9.1.2 Rayonnements non essentiels dans une bande de 5 à 42 MHz

Les rayonnements non essentiels, autres que ceux qui se produisent dans un canal adjacent ou à une fréquence d'émission associée à la porteuse, peuvent apparaître dans des intervalles qui pourraient être occupés par d'autres porteuses ayant une rapidité de modulation identique ou différente. Pour tenir compte de ces différences entre rapidités de modulation et largeurs de bande associées, les rayonnements non essentiels sont mesurés dans un intervalle égal à la bande passante correspondant à la rapidité de modulation de la porteuse pouvant être émise dans cet intervalle. Celui-ci dépend de la rapidité de modulation de la porteuse en cours d'émission.

Le Tableau B.4-8 suivant énumère les rapidités de modulation pouvant être émises dans un intervalle, le niveau prescrit des rayonnements non essentiels dans cet intervalle, et l'intervalle de mesurage initial à utiliser pour commencer à mesurer les rayonnements non essentiels. Les mesurages devront commencer à la distance initiale et être répétés à une distance croissante de la porteuse jusqu'à atteindre la limite de la bande dans le sens amont, 5 MHz ou 42 MHz. Les intervalles de mesurage ne devront pas comporter de fréquences d'émission associées à la porteuse.

Tableau B.4-8/J.112 – Rayonnements non essentiels dans une bande de 5 à 42 MHz

Rapidité de modulation possible dans cet intervalle	Spécification dans l'intervalle	Intervalle de mesurage initial et distance par rapport à la limite de porteuse
160 kBd	-53 dBc	220 à 380 kHz
320 kBd	-50 dBc	240 à 560 kHz
640 kBd	-47 dBc	280 à 920 kHz
1280 kBd	-44 dBc	360 à 1640 kHz
2560 kBd	-41 dBc	520 à 3080 kHz

B.4.2.9.2 Emissions parasites au cours de transitoires binaires de rafale

Chaque émetteur DOIT contrôler les émissions parasites, avant et pendant l'extrémité de début et pendant et après l'extrémité de fin, avant et après une rafale dans la méthode AMRT.

Des émissions parasites binaires, telles que des variations de tension à la sortie de l'émetteur dans le sens montant dues à l'activation ou à la désactivation de la transmission, DOIVENT être inférieures à 100 mV et de tels pas DOIVENT être dissipés à une vitesse inférieure à 2 µs du changement constant. Cette prescription s'applique lorsque le CM transmet à +55 dBmV ou plus; pour des niveaux de transmission en attente, les variations de tension maximales DOIVENT être réduites d'un facteur de 2 pour chaque réduction de 6 dB du niveau de puissance par rapport à +55 dBmV, jusqu'à une variation maximale de 7 mV à 31 dBmV et moins. Cette prescription ne s'applique pas aux transitoires de mise sous tension et d'arrêt du CM.

B.4.2.9.3 Taux d'erreur sur les symboles (SER)

La qualité de fonctionnement du modulateur DOIT s'inscrire dans une gamme de 0,5 dB du taux SER théorique par rapport au C/N (c'est-à-dire E_s/N_0), pour un taux SER aussi bas que 10^{-6} non codé pour MDPQ et MAQ 16.

La dégradation du taux SER est déterminée par la variance de l'échantillonnage en grappes due à la forme de l'onde d'émission à la sortie d'un filtre idéal en racine de cosinus surélevé du côté réception. Elle comprend les effets du brouillage ISI, des rayonnements non essentiels, du bruit de phase et de toutes les autres dégradations de l'émetteur.

Le rapport SNR d'un échantillonnage en grappes doit normalement être mesuré par un analyseur de modulation utilisant un filtre de réception en racine de cosinus surélevé avec $\alpha = 0,25$. Le rapport SNR mesuré DOIT être meilleur que 30 dB.

B.4.2.9.4 Distorsion de filtre

La prescription suivante suppose que toute préégalisation est inhibée.

B.4.2.9.4.1 Amplitude

Le masque spectral DOIT être le spectre idéal en racine de cosinus carré surélevé avec $\alpha = 0,25$, dans les gammes données ci-dessous:

$f_c - R_s/4$ Hz à $f_c + R_s/4$ Hz: $-0,3$ dB à $+0,3$ dB

$f_c - 3R_s/8$ Hz à $f_c - R_s/4$ Hz, et $f_c + R_s/4$ Hz à $f_c + 3R_s/8$ Hz: $-0,5$ dB à $0,3$ dB

$f_c - R_s/2$ Hz et $f_c + R_s/2$ Hz: $-3,5$ dB à $-2,5$ dB

$f_c - 5R_s/8$ Hz et $f_c + 5R_s/8$ Hz: non supérieur à -30 dB

où f_c est la fréquence centrale et R_s la rapidité de modulation, la densité spectrale étant mesurée avec une largeur de résolution de 10 kHz ou moins.

B.4.2.9.4.2 Phase

$f_c - 5R_s/8$ Hz à $f_c + 5R_s/8$ Hz: les variations de temps de propagation de groupe ne DOIVENT PAS être supérieures à 100 ns.

B.4.2.9.5 Bruit de phase de porteuse

Le bruit de phase intégré total d'un émetteur dans le sens montant (y compris le bruit parasite discret) DOIT être inférieur ou égal à -43 dBc calculé sur les zones spectrales couvrant 1 kHz à 1,6 MHz au-dessus et au-dessous de la porteuse.

B.4.2.9.6 Précision de la fréquence de canal

Le CM DOIT appliquer la fréquence de canal attribuée avec une précision de $\pm 50 \times 10^{-6}$ dans une gamme de températures de 0 à 40° C pendant les 5 ans suivant la date de fabrication.

B.4.2.9.7 Précision de la rapidité de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer une précision absolue des rapidités de modulation de $\pm 50 \times 10^{-6}$ dans une gamme de températures de 0 à 40° C pendant les 5 ans suivant la date de fabrication.

B.4.2.9.8 Gigue de synchronisation du symbole

La gigue de symbole de crête à crête, prise par rapport au croisement de zéro du symbole précédent, de la forme d'onde transmise, DOIT être inférieure à 0,02 de la durée de symbole nominale sur une période de 2 s. C'est-à-dire que la différence entre la durée de symbole maximale et minimale pendant une période de 2 s doit être inférieure à 0,02 de la durée de symbole nominale pour chacune des cinq rapidités de modulation dans le sens montant.

L'erreur de phase cumulée de crête à crête, prise par rapport au premier temps de symbole et avec n'importe quel décalage de fréquence de symbole fixe factorisé, DOIT être inférieure à 0,04 de la durée de symbole nominale sur une période de 0,1 s. C'est-à-dire que la différence entre l'erreur de phase cumulée maximale et minimale pendant une période de 0,1 s doit être inférieure à 0,04 de la durée de symbole nominale pour chacune des cinq rapidités de modulation dans le sens montant. La factorisation d'un décalage de fréquence de symbole fixe doit être réalisée en utilisant la durée de symbole moyenne calculée sur une période de 0,1 s.

B.4.2.10 Structure de trame

La Figure B.4-7 donne deux exemples de structure de trame: l'une où la longueur de paquet est égale au nombre d'octets d'information dans un mot de code, et une autre où la longueur du paquet est supérieure au nombre d'octets d'information dans un mot de code, mais inférieure à deux mots de code. L'exemple 1 illustre le mode de longueur de mot de code fixe et l'exemple 2 le mode de dernier mot de code raccourci. Ces modes sont définis au B.4.2.10.1.

B.4.2.10.1 Longueur de mot de code

Le CM fonctionne en mode de longueur de mot de code fixe ou avec une capacité de mot de code raccourci validée. Le nombre minimal d'octets d'information dans un mot de code, pour le mode fixe ou raccourci, est de 16 (octets). La capacité de mot de code raccourci est disponible avec $k \geq 16$ octets, où k est le nombre d'octets d'information dans un mot de code. Avec $k < 16$, la capacité de mot de code raccourci n'est pas disponible.

Les descriptions suivantes s'appliquent à une attribution de mini-intervalles accordés dans des régions sur une base contention et sans contention. (L'attribution de mini-intervalles est traitée au B.6.) Le but de la présente description est de définir les règles et les conventions permettant au CM de demander le bon nombre de mini-intervalles et au CMTS PHY de connaître la nature du verrouillage de trame FEC prévu autant en mode de longueur de mot de code fixe qu'en mode de dernier mot de code raccourci.

B.4.2.10.1.1 Longueur de mot de code fixe

Dans ce mode, après codage de toutes les données, le mot de code est rempli de zéro, si nécessaire, afin d'obtenir le nombre k d'octets de données attribués par mot de code, et le remplissage de zéro DOIT se poursuivre jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des mots de code de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé, en tenant compte des symboles de parité FEC et d'intervalle de garde.

B.4.2.10.1.2 Dernier mot de code raccourci

Comme illustré à la Figure B.4-7, soit k' = le nombre d'octets d'information qui reste après avoir réparti les octets d'information de la rafale en mots de code de pleine longueur (k octets de données en rafale). La valeur de k' est inférieure à k . Dans une opération donnée en mode de dernier mot de code raccourci, soit k'' égal au nombre d'octets de données en rafale plus les octets remplis de zéro dans le dernier mot de code raccourci. En mode de mot de code raccourci, le CM code les octets de données de la rafale (y compris l'en-tête MAC) en utilisant la taille de mot de code attribuée (k octets d'information par mot de code) jusqu'à ce que:

- 1) toutes les données soient codées;
- 2) le reste d'octets d'information est inférieur à k .

Les derniers mots de code raccourcis ne doivent pas avoir moins de 16 octets d'information, et ceci doit être pris en compte lorsque les CM font une demande de mini-intervalles. En mode de dernier mot de code raccourci, le CM, si nécessaire, remplit les données de zéro jusqu'à la fin de l'attribution de mini-intervalles, qui est dans la plupart des cas la frontière de mini-intervalle suivante, en tenant compte des symboles de parité FEC et d'intervalle de garde. Dans de nombreux cas, seuls les octets remplis de zéro $k'' - k'$ suffisent pour remplir un mini-intervalle attribué avec $16 \leq k'' \leq k$ et $k' \leq k''$. Il est toutefois important de noter le point suivant.

En général, le CM remplit les données de zéro jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des mots de code de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé de l'attribution (en tenant compte des symboles de parité FEC et d'intervalle de garde), et ensuite, si cela est possible, un dernier mot de code rempli de zéro doit être inséré pour finir de remplir l'attribution de mini-intervalles.

Si, après avoir rempli de zéro les mots de code supplémentaires avec k octets d'information, il reste moins de 16 octets dans l'attribution de mini-intervalles accordés, en tenant compte des symboles de parité et d'intervalle de garde, le CM ne doit pas créer ce dernier mot de code raccourci.

B.4.2.11 Prescriptions de traitement du signal

L'ordre de traitement du signal pour chaque type de paquet en rafale DOIT être compatible avec la séquence donnée à la Figure B.4-8 et DOIT suivre l'ordre des étapes de la Figure B.4-9.

B.4.2.12 Caractéristiques de puissance d'entrée du démodulateur dans le sens montant

La puissance d'entrée totale maximale dans le démodulateur dans le sens montant ne DOIT PAS dépasser 35 dBmV dans la gamme des fréquences d'exploitation (de 5 à 42 MHz). La puissance de réception recherchée sur chaque porteuse DOIT s'inscrire dans la gamme de valeurs indiquée dans le Tableau B.4-9.

Le démodulateur DOIT fonctionner conformément aux spécifications de qualité de fonctionnement définies avec des rafales reçues dans une gamme de ± 6 dB par rapport à la puissance de réception commandée nominale.

Tableau B.4-9/J.112 – Gamme maximale de puissance de réception nominale commandée pour chaque porteuse

Rapidité de modulation (kBd)	Gamme maximale (dBmV)
160	-16 à +14
320	-13 à +17
640	-10 à +20
1280	-7 à +23
2560	-4 à +26

B.4.2.13 Sortie électrique du CM dans le sens montant

Le CM DOIT fournir un signal modulé RF ayant les caractéristiques données au Tableau B.4-10.

Tableau B.4-10/J.112 – Sortie électrique du CM

Paramètre	Valeur
Fréquence	5 à 42 MHz de bord à bord
Gamme de niveaux (un canal)	+8 à +55 dBmV (MAQ 16) +8 à +58 dBmV (MDPQ)
Type de modulation	MDPQ et MAQ 16
Rapidité de modulation (nominale)	160, 320, 640, 1280 et 2560 kBd
Largeur de bande	200, 400, 800, 1600 et 3200 kHz
Impédance de sortie	75 Ω
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie	> 6 dB (de 5 à 42 MHz)
Connecteur	Connecteur F conformément à la spécification [IPS-SP-401] (en commun avec l'entrée)

B.4.3 Sens descendant (aval)

B.4.3.1 Protocole pour le sens descendant

La sous-couche PMD dans le sens descendant DOIT être conforme à l'Annexe B/J.83 pour applications vidéo à faible temps de propagation [UIT-T J.83 B], avec les exceptions précisées au B.4.3.2.

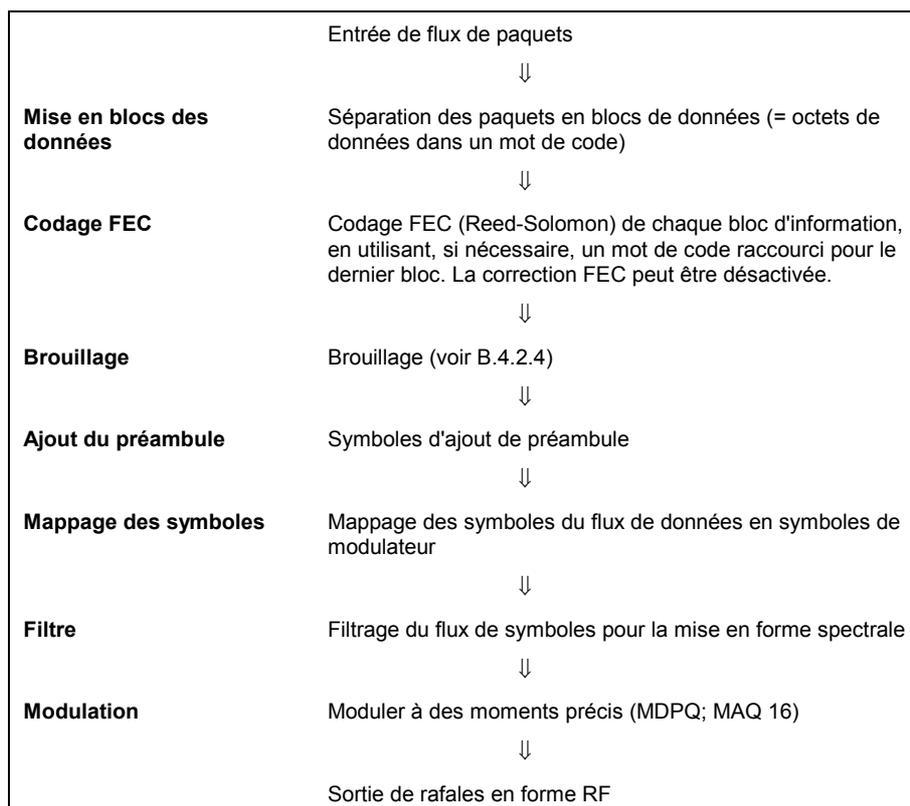


Figure B.4-9/J.112 – Procédé AMRT de transmission dans le sens montant

B.4.3.2 Entrelacement échelonnable destiné à assurer des temps de passage courts

La sous-couche PMD dans le sens descendant DOIT prendre en charge un entrelaceur de profondeur variable ayant les caractéristiques définies au Tableau B.4-11. Le présent tableau contient un sous-ensemble de modes d'entrelacement fourni par [UIT-T J.83 B].

Tableau B.4-11/J.112 – Caractéristiques d'entrelaceur

I (Nombre de prises)	J (Incrément)	Protection de rafale MAQ 64/MAQ 256	Temps de passage MAQ 64/MAQ 256
8	16	5,9 µs/4,1 µs	0,22 ms/0,15 ms
16	8	12 µs/8,2 µs	0,48 ms/0,33 ms
32	4	24 µs/16 µs	0,98 ms/0,68 ms
64	2	47 µs/33 µs	2,0 ms/1,4 ms
128	1	95 µs/66 µs	4,0 ms/2,8 ms

La profondeur de l'entrelaceur, qui est codée dans un mot de contrôle de 4 bits contenu dans le postamble de synchronisation de trame FEC, reflète toujours l'entrelacement de la trame suivante. De plus, des erreurs sont autorisées pendant la purge de la mémoire de l'entrelaceur faisant suite à l'indication d'une modification d'entrelacement.

Voir [UIT-T J.83 B] pour les spécifications de bit de commande nécessaires pour spécifier le mode d'entrelacement à utiliser.

B.4.3.3 Plan de fréquence dans le sens descendant

Il convient que le plan de fréquence dans le sens descendant soit conforme au système de porteuse en relation harmonique (HRC), au système de porteuse en relation additive (IRC) ou au système normalisé (STD) des plans de fréquences en Amérique du Nord tels que définis dans la norme [IS-6]. Toutefois, le fonctionnement au-dessous d'une fréquence centrale de 91 MHz n'est pas requis.

B.4.3.4 Sortie électrique du CMTS

Le CMTS DOIT fournir un signal modulé RF ayant les caractéristiques suivantes définies au Tableau B.4-12.

B.4.3.5 Entrée électrique au CM dans le sens descendant

Le CM DOIT accepter un signal modulé RF ayant les caractéristiques suivantes (voir le Tableau B.4-13).

B.4.3.6 Qualité de fonctionnement du CM en terme du BER

La qualité de fonctionnement en terme de taux d'erreur binaire (BER, *bit error rate*) du CM DOIT être telle que définie dans le présent sous-paragraphe. Les prescriptions s'appliquent au mode d'entrelacement I = 128, J = 1.

B.4.3.6.1 MAQ 64

B.4.3.6.1.1 Qualité de fonctionnement en BER du CM en MAQ 64

La perte d'implémentation du CM DOIT être telle que le CM obtienne un taux d'erreur binaire post-FEC inférieur ou égal à 10^{-8} quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit (E_s/N_0) de 23,5 dB ou plus.

B.4.3.6.1.2 Qualité de fonctionnement de réjection d'image en MAQ 64

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux analogiques ou numériques à +10 dBc dans n'importe quelle partie de la bande passante RF autre que les canaux adjacents.

B.4.3.6.1.3 Qualité de fonctionnement de canal adjacent en MAQ 64

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux analogiques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.1.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

B.4.3.6.2 MAQ 256

B.4.3.6.2.1 Qualité de fonctionnement en BER du CM en MAQ 256

La perte d'implémentation du CM DOIT être telle que le CM obtienne un taux d'erreur binaire post-FEC inférieur ou égal à 10^{-8} quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit (E_s/N_0) de 30 dB ou plus.

Tableau B.4-12/J.112 – Sortie du CMTS

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale (f_c)	91 à 857 MHz \pm 30 kHz ^{a)}
Niveau	Réglable dans une gamme allant de 50 à 61 dBmV
Type de modulation	MAQ 64 et MAQ 256
Rapidité de modulation (nominale) MAQ 64 MAQ 256	5,056941 MBd 5,360537 MBd
Espacement nominal des canaux	6 MHz
Réponse en fréquence MAQ 64 MAQ 256	Mise en forme en racine de cosinus carré surélevé ~18% Mise en forme en racine de cosinus carré surélevé ~12%
Rayonnements non essentiels totaux apparaissant discrètement dans la bande ($f_c \pm 3$ MHz)	< -57 dBc
Rayonnements non essentiels et bruit dans la bande ($f_c \pm 3$ MHz)	< -48 dBc. Les rayonnements non essentiels et le bruit dans une voie comprennent tous les rayonnements non essentiels discrets, le bruit, le résidu de porteuse, les raies de marquage temporel, les produits de synthétiseur et d'autres produits parasites d'émetteur. Le bruit situé à ± 50 kHz de la porteuse est exclu.
Canal adjacent de ($f_c \pm 3$ MHz) à ($f_c \pm 3,75$ MHz)	< -58 dBc dans une bande de 750 kHz.
Canal adjacent de ($f_c \pm 3,75$ MHz) à ($f_c \pm 9$ MHz)	< -62 dBc dans une bande de 5,25 MHz, à l'exclusion de trois résidus discrets dont chacun doit avoir une puissance inférieure à < -60 dBc lorsqu'il est mesuré dans une bande de 10 kHz.
Canal adjacent suivant de ($f_c \pm 9$ MHz) à ($f_c \pm 15$ MHz)	< -65 dBc dans une bande de 6 MHz, à l'exclusion de trois résidus discrets dont la puissance totale doit être inférieure à < -60 dBc lorsque chaque résidu est mesuré dans une bande de 10 kHz.
Autres canaux (de 47 MHz à 1000 MHz)	< -12 dBmV dans chaque canal de 6 MHz, à l'exclusion de trois résidus discrets dont la puissance totale doit être inférieure à < -60 dBc lorsque chaque résidu est mesuré dans une bande de 10 kHz.
Bruit de phase	de 1 kHz à 10 kHz: -33 dBc en puissance de bruit bilatéral de 10 kHz à 50 kHz: -51 dBc en puissance de bruit bilatéral de 50 kHz à 3 MHz: -51 dBc en puissance de bruit bilatéral
Impédance de sortie	75 Ω
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie	> 14 dB sur un canal de sortie jusqu'à 750 MHz; > 13 dB sur un canal de sortie supérieur à 750 MHz
Connecteur	Connecteur F selon la spécification [IPS-SP-401]
a) ± 30 kHz comprend une tolérance de 25 kHz pour le décalage de fréquence FCC la plus grande intégrée aux transposeurs de fréquences.	

Tableau B.4-13/J.112 – Entrée électrique au CM

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale	91 à 857 MHz \pm 30 kHz
Gamme de niveaux (un canal)	-15 dBmV à +15 dBmV
Type de modulation	MAQ 64 et MAQ 256
Rapidité de modulation (nominale)	5,056941 MBd (MAQ 64) et 5,360537 MBd (MAQ 256)
Largeur de bande	6 MHz (mise en forme en racine de cosinus carré surélevé de 18% pour MAQ 64 et mise en forme en racine de cosinus carré surélevé de 12% pour MAQ 256)
Puissance d'entrée totale (40-900 MHz)	< 30 dBmV
Impédance (charge) d'entrée	75 Ω
Perte par réflexion à l'entrée	> 6 dB (88 à 860 MHz)
Connecteur	Connecteur F selon la spécification [IPS-SP-401] (en commun avec la sortie)

B.4.3.6.2.2 Qualité de fonctionnement de réjection d'image en MAQ 256

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.2.1 DOIT être assurée avec des signaux analogiques ou numériques à +10 dBc dans n'importe quelle partie de la bande passante RF autre que les canaux adjacents.

B.4.3.6.2.3 Qualité de fonctionnement de canal adjacent en MAQ 256

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.2.1 DOIT être assurée avec des signaux analogiques ou numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.2.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,5 dB, DOIT être assurée avec des signaux analogiques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au B.4.3.6.2.1, avec une tolérance supplémentaire de 1,0 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

B.4.3.7 Gigue des marqueurs temporels CMTS

La gigue crête à crête, mesurée à la sortie du système CMTS, DOIT être inférieure à 500 ns, cette valeur comprenant la gigue aussi bien par rapport à la valeur contenue dans le message de marquage temporel que par rapport au temps de transmission de ce message.

Le CM est censé observer les prescriptions de précision de la synchronisation des rafales (voir B.4.2.6) lorsque les marqueurs temporels contiennent cette gigue dans le cas le moins favorable.

NOTE – La gigue est l'erreur (mesurée) par rapport à l'horloge centrale du système CMTS (qui est l'horloge à 10,24 MHz utilisée pour produire les marqueurs temporels).

L'horloge centrale à 10,24 MHz du système CMTS DOIT avoir une stabilité de fréquence $\leq \pm 5 \times 10^{-6}$, une dérive $\leq 10^{-8}/s$ et une gigue de contour ≤ 10 ns crête à crête (± 5 ns). (Les prescriptions de dérive et de gigue de l'horloge centrale du système CMTS impliquent que la durée de deux segments adjacents de 10 240 000 cycles sera inférieure ou égale à 30 ns, soit 10 ns de gigue sur la durée de chaque segment plus 10 ns de dérive de fréquence. Les durées d'autres longueurs de comptage peuvent également être calculées: durée de deux segments adjacents de 1 024 000 cycles ≤ 21 ns; durée de deux segments de 1 024 000 cycles séparés par un segment de 10 240 000 cycles ≤ 30 ns; durée de deux segments adjacents de 102 400 000 cycles ≤ 120 ns. L'horloge centrale du système CMTS DOIT respecter de telles limites d'essai dans au moins 99% des mesures.)

B.5 Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant

B.5.1 Introduction

Afin d'améliorer la robustesse de la démodulation, de faciliter la réception commune d'équipements de vidéo et de données, et d'assurer un éventuel multiplexage dans l'avenir de vidéo et de données dans le flux binaire de la sous-couche PMD définie au B.4, une sous-couche est intercalée entre la sous-couche PMD dans le sens descendant et la sous-couche MAC de transmission de données par câble.

Le flux binaire dans le sens descendant est défini comme une série continue de paquets MPEG de 188 octets [UIT-T H.222.0]. Ces paquets sont constitués d'un en-tête de 4 octets suivi de 184 octets de charge utile. L'en-tête identifie la charge utile comme appartenant à la transmission de données par câble MAC. D'autres valeurs d'en-tête peuvent indiquer d'autres charges utiles. La combinaison de charges utiles MAC et de celles d'autres services est facultative et est commandée par le CMTS.

La Figure B.5-1 montre l'entrelacement des octets MAC de transmission de données par câble (DOC) avec d'autres informations numériques (vidéonumériques dans l'exemple donné).

En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique

Figure B.5-1/J.112 – Exemple d'entrelacement de paquets MPEG dans le sens descendant

B.5.2 Format de paquet MPEG

Le format d'un paquet MPEG acheminant des données MCNS est illustré à la Figure B.5-2. Le paquet est constitué d'un en-tête MPEG de 4 octets, d'un champ `pointer_field` (non présent dans tous les paquets) et de la charge utile MCNS.

En-tête MPEG (4 octets)	<code>pointer_field</code> (1 octet)	Charge utile MCNS (183 ou 184 octets)
----------------------------	---	--

Figure B.5-2/J.112 – Format d'un paquet MPEG

B.5.3 En-tête MPEG pour transmission de données MCNS par câble

Le format de l'en-tête d'un flux de transport MPEG est défini au 2.4/H.222.0 [UIT-T H.222.0]. Les valeurs particulières de champs qui caractérisent les flux MAC de transmission de données par câble sont définies au Tableau B.5-1. Les noms des champs proviennent de la spécification UIT.

L'en-tête MPEG est constitué de 4 octets qui commencent un paquet MPEG de 188 octets. Le format de l'en-tête utilisé sur un identificateur de paquet de transmission de données MCNS par câble est limité aux paramètres donnés dans le Tableau B.5-1. Le format de l'en-tête est conforme à la norme MPEG, mais son utilisation dans la présente spécification N'AUTORISE PAS l'inclusion d'un champ `adaptation_field` dans les paquets MPEG.

B.5.4 Charge utile MPEG pour transmission de données MCNS par câble

La partie de charge utile MPEG du paquet MPEG achemine les trames MAC de MCNS. Le premier octet de la charge utile MPEG est un champ `pointer_field` si l'indicateur `payload_unit_start_indicator` (PUSI) de l'en-tête MPEG est établi.

Tableau B.5-1/J.112 – Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission de données MCNS par câble

Champ	Longueur (bits)	Description
sync_byte	8	0x47; octet de synchronisation de paquet MPEG.
transport_error_indicator	1	Indique qu'une erreur a eu lieu à la réception du paquet. Ce bit est remis à zéro par l'émetteur, et réglé à un chaque fois qu'une erreur a lieu lors de la transmission d'un paquet.
payload_unit_start_indicator	1	Une valeur de un indique la présence d'un champ pointer_field comme premier octet de charge utile (cinquième octet du paquet).
transport_priority	1	Réservé; réglé à zéro.
PID (voir Note)	13	PID communément admis de transmission de données MCNS par câble (0x1FFE).
transport_scrambling_control	2	Réservé, réglé à '00'.
adaptation_field_control	2	'01'; l'utilisation du champ adaptation_field n'est PAS AUTORISÉE sur le PID MCNS.
continuity_counter	4	Compteur cyclique dans ce PID.
NOTE – A l'avenir, des PID supplémentaires PEUVENT être attribués à un CM. Voir B.9.3.		

stuff_byte

La présente norme définit un motif stuff_byte d'une valeur de (0xFF) utilisé dans la charge utile de MCNS pour remplir d'éventuels interstices entre les trames MAC de MCNS. Cette valeur est choisie comme valeur non utilisée pour le premier octet de trame MAC de MCNS. L'octet 'FC' de l'en-tête MAC est défini pour ne jamais contenir cette valeur. (FC_TYPE = '11' indique une trame spécifique MAC et FC_PARM = '11111' n'est normalement pas utilisée et, conformément à la présente spécification, définie comme valeur illégale pour FC_PARM.)

pointer_field

Le champ pointer_field est présent comme cinquième octet du paquet MPEG (premier octet après l'en-tête MPEG) chaque fois que l'indicateur PUSI est réglé à un dans l'en-tête MPEG. L'interprétation du champ pointer_field est la suivante:

Le pointer_field contient le nombre d'octets du paquet donné qui suit immédiatement le pointer_field que le décodeur CM doit sauter avant de chercher le début d'une trame MAC MCNS. Un champ pointer_field DOIT être présent s'il est possible de commencer une trame de sous-couche MAC de transmission de données par câble dans le paquet et DOIT pointer:

- 1) soit vers le début de la première trame MAC qui commence dans le paquet;
- 2) ou vers tout octet stuff_byte précédant la trame MAC.

B.5.5 Interaction avec la sous-couche MAC

Les trames MAC peuvent commencer n'importe où dans un paquet MPEG, les trames MAC peuvent couvrir des paquets MPEG, et plusieurs trames MAC peuvent se trouver dans un paquet MPEG.

Les figures suivantes montrent le format des paquets MPEG qui acheminent des trames MAC de MCNS. Dans tous les cas, l'indicateur PUSI indique la présence du champ pointer_field en tant que premier octet de la charge utile MPEG.

La Figure B.5-3 montre une trame MAC qui est positionnée immédiatement après l'octet pointer_field. Dans ce cas, le champ pointer_field est zéro et le décodeur MCNS commence la recherche d'un octet FC valide immédiatement après ce pointer_field.

La Figure B.5-4 montre le cas le plus courant où une trame MAC est précédée par la queue d'une trame MAC précédente et par une séquence d'octets de bourrage. Dans ce cas, le champ pointer_field identifie toujours le premier octet après la queue de la trame #1 (un stuff_byte) comme la position où le décodeur doit commencer la recherche d'une valeur FC de sous-couche MAC légale. Ce format permet au CMTS, pendant les opérations de multiplexage, d'insérer immédiatement une trame MAC disponible pour la transmission si cette trame arrive après la transmission de l'en-tête MPEG et du pointer_field.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	Trame MAC (jusqu'à 183 octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)
----------------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------

Figure B.5-3/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC suit immédiatement le pointer_field

Afin de faciliter le multiplexage du flux de paquets MPEG qui acheminent des données MCNS avec d'autres données codées MPEG, il ne CONVIENT PAS que le CMTS transmette des paquets MPEG avec un PID MCNS contenant uniquement des stuff_bytes dans la zone de charge utile. Il CONVIENT DE transmettre des paquets MPEG nuls à la place. Il est à noter qu'il existe des relations de synchronisation implicites dans la sous-couche MAC de MCNS et que celles-ci doivent également être préservées par toute opération de multiplexage MPEG.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= M)	Queue de trame MAC #1 (M octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC #2
----------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------------------------	--------------------------

Figure B.5-4/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage

La Figure B.5-5 montre que le paquet MPEG peut contenir plusieurs trames MAC. Les trames MAC peuvent être concaténées les unes après les autres ou être séparées par une séquence facultative d'octets de bourrage.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	Trame MAC #1	Trame MAC #2	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Trame MAC #3
----------------------------	------------------------	-----------------	-----------------	------------------------------	-----------------

Figure B.5-5/J.112 – Format de paquet dans lequel plusieurs trames MAC sont contenues dans un seul paquet

La Figure B.5-6 montre le cas où une trame MAC couvre plusieurs paquets MPEG. Dans ce cas, le champ pointer_field de la trame suivante pointe vers l'octet qui suit le dernier octet de la queue de la première trame.

La sous-couche de convergence de transmission doit fonctionner en étroite collaboration avec la sous-couche MAC afin de fournir un horodateur précis à insérer dans le message de synchronisation d'horloge (voir B.6.3.2.1 et B.6.5).

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC #1 (jusqu'à 183 octets)	
En-tête MPEG (PUSI = 0)	Suite de trame MAC # 1 (184 octets)			
En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= M)	Queue de trame MAC #1 (M octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC #2 (M octets)

Figure B.5-6/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC couvre plusieurs paquets

B.5.6 Interaction avec la couche Physique

Le flux de paquets MPEG-2 DOIT être codé conformément à [UIT-T J.83 B], y compris pour ce qui est de la mise en trames du flux de transport MPEG-2 utilisant un contrôle de parité tel que décrit dans [UIT-T J.83 B].

B.5.7 Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG

Il CONVIENT que le flux de paquets MPEG-2 soit déclaré "dans la trame" (c'est-à-dire qu'un alignement de paquets correct ait été réalisé) lorsque cinq contrôles de parité corrects successifs, chacun séparé de 188 octets du précédent, ont été reçus.

Il CONVIENT de déclarer le flux de paquets MPEG-2 "hors trame" et de démarrer une recherche d'alignement de paquets correct, lorsque neuf contrôles de parité incorrects successifs ont été reçus.

Le format de trames MAC est décrit en détail au B.6.

B.6 Spécification de commande d'accès au support physique

B.6.1 Introduction

B.6.1.1 Aperçu général

Le présent sous-paragraphe décrit la version 1.0 du protocole MAC de MCNS. Certaines des caractéristiques de protocole MAC comprennent:

- attribution de largeur de bande commandée par le CMTS;
- un flux de mini-intervalles dans le sens montant;
- combinaison dynamique de possibilités de transmission en mode contention et sur réservation dans le sens montant;
- efficacité de largeur de bande par la prise en charge de paquets de longueurs variables;
- extensions assurées pour la future prise en charge d'unités PDU de données ATM ou autres;
- prise en charge de classe de service;
- extensions assurées pour la sécurité dans la couche Liaison de données;
- prise en charge d'une large gamme de débits.

B.6.1.2 Définitions

B.6.1.2.1 Domaine de sous-couche MAC

Un domaine de sous-couche MAC est un ensemble de voies montantes et descendantes pour lesquelles un seul protocole d'attribution et de gestion MAC est utilisé. Ces annexes comprennent un CMTS et un certain nombre de CM. Le CMTS DOIT servir toutes les voies montantes et descendantes; chaque CM PEUT accéder à une ou plusieurs voies montantes et descendantes.

B.6.1.2.2 Point d'accès au service MAC

Un point d'accès au service MAC (MSAP) est une annexe du domaine de sous-couche MAC.

B.6.1.2.3 Identificateur de service

Le concept d'identificateurs de service est un élément essentiel au fonctionnement du protocole MAC. Les identificateurs de service assurent l'identification d'articles et la gestion de classe de service. Ils font partie de l'attribution de largeur de bande dans le sens montant.

Un identificateur de service définit un mappage particulier entre un CM et le CMTS. Ce mappage est la base sur laquelle une largeur de bande est attribuée au CM par le CMTS et par laquelle la classe de service est appliquée. Au sein d'un domaine de sous-couche MAC, tous les identificateurs de service DOIVENT être uniques.

Le CMTS PEUT attribuer un ou plusieurs identificateurs de service (SID) à chaque CM, correspondant aux classes de service requises par le CM. Ce mappage DOIT être négocié entre le CMTS et le CM au cours de l'enregistrement du CM.

Pour des applications CM fondamentales, un seul identificateur de service peut être utilisé, pour offrir un service de meilleur IP possible, par exemple. Le concept d'identificateur de service permet également de développer des CM plus complexes qui prennent en charge plusieurs classes de service tout en assurant l'interopérabilité avec des modems plus simples. Le concept d'identificateur de service est notamment prévu pour prendre en charge le concept de "flux de données" sur lequel des protocoles tels que RSVP et RTP sont fondés.

L'identificateur de service est unique au sein d'un domaine de sous-couche MAC. La longueur de l'identificateur de service est de 14 bits (bien que l'identificateur de service soit parfois acheminé dans les bits de poids faible d'un champ de 16 bits).

B.6.1.2.4 Intervalles montants, mini-intervalles et incréments de 6,25 µs

Le temps des transmissions dans le sens montant est réparti en intervalles par le mécanisme d'attribution de largeur de bande dans le sens montant. Chaque intervalle est constitué d'un nombre entier de mini-intervalles. Un "mini-intervalle" est l'unité de granularité des possibilités de transmission dans le sens montant. Cela n'implique pas qu'une unité PDU puisse réellement être transmise dans un seul mini-intervalle. Chaque intervalle est marqué avec un code d'utilisation qui définit le type de transmission possible dans cet intervalle et le codage de modulation de couche Physique. Un mini-intervalle est un multiple en puissance de deux incréments de 6,25 µs, c'est-à-dire 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 ou 128 fois 6,25 µs. La relation entre mini-intervalles, octets, et tops d'horloge est décrite plus en détail au B.6.5.4. Les valeurs de code d'utilisation sont définies au Tableau B.6-16 et l'utilisation autorisée est définie au B.6.3. La corrélation entre ces valeurs et les paramètres de couche Physique est définie au Tableau B.6-14.

B.6.1.2.5 Trame

Une trame est une unité de données échangée entre deux (ou plus) entités de la couche Liaison de données. Une trame MAC est constituée d'un en-tête MAC (qui commence par un octet de commande de trame, voir la Figure B.6-3), et peut contenir des cellules ATM ou une unité PDU de données de longueur variable. L'unité PDU de longueur variable comprend une paire d'adresses de 48 bits, des données et une somme de contrôle CRC. Dans certains cas, l'en-tête MAC peut encapsuler plusieurs trames MAC (voir B.6.2.5.4).

B.6.1.3 Utilisation future

Un certain nombre de champs sont définis comme étant "pour utilisation future" dans les différentes trames MAC décrites dans la présente annexe. Ces champs ne DOIVENT PAS être interprétés ou utilisés de différente manière dans la présente version (1.0) du protocole MAC.

B.6.2 Formats de trame MAC

B.6.2.1 Format générique de trame MAC

Une trame MAC est l'unité fondamentale de transfert entre sous-couches MAC dans le système CMTS et le câblo-modem. La même structure fondamentale est utilisée dans le sens montant et dans le sens descendant. Les trames MAC ont des longueurs variables. Le terme "trame" est utilisé dans ce contexte pour désigner une unité d'informations qui est échangée entre homologues de sous-couche MAC. Ceci ne doit pas être confondu avec le terme "verrouillage de trame" qui indique une certaine relation de synchronisation fixe.

Trois régions distinctes doivent être considérées, comme illustré à la Figure B.6-1. Avant la trame MAC il y a soit un surdébit de sous-couche PMD (dans le sens montant) soit un en-tête de convergence de transmission MPEG (dans le sens descendant). La première partie de la trame MAC est l'en-tête MAC. L'en-tête MAC identifie de manière unique le contenu de la trame MAC. Après l'en-tête se trouve la région facultative d'unité PDU de données. Le format de l'unité PDU de données ainsi que sa présence ou son absence sont décrits dans l'en-tête MAC.

B.6.2.1.1 Redondance de PMD

Dans le sens montant, la couche PHY indique le début de la trame MAC vers la sous-couche MAC. Du point de vue de la sous-couche MAC, il lui suffit de connaître la quantité totale de redondance, de manière à en tenir compte lors du procédé d'attribution de largeur de bande. Des informations plus détaillées sont fournies dans le paragraphe sur la sous-couche PMD (voir B.6-4).

La redondance de FEC est répartie dans toute la trame MAC et est supposée être transparente pour le flux de données MAC. Il n'est pas nécessaire que la sous-couche MAC soit capable de tenir compte de la redondance pendant l'attribution de largeur de bande. On trouvera des renseignements complémentaires à ce sujet au B.6.4: attribution de largeur de bande dans le sens montant.

B.6.2.1.2 Transport de trames MAC

Le transport de trames MAC par la sous-couche PMD pour voies montantes est illustré à la Figure B.6-2.

La structuration en couche des trames MAC dans la voie descendante telle que définie par le groupe MPEG est décrite au B.5.

B.6.2.1.3 Ordonnement des bits et des octets

Au sein d'un octet, le bit de plus faible poids est transmis en premier sur le câble. Ceci est conforme à la convention utilisée par Ethernet et [ISO/CEI 8802-3]. Cet ordre est souvent appelé l'ordre "bit-little-indian"³.

³ Cela s'applique uniquement à la voie montante. Pour la voie descendante, la sous-couche de convergence de transmission MPEG présente une interface de largeur d'octet à la commande MAC, la sous-couche MAC ne définit donc pas l'ordre des bits.

Au sein de la couche MAC, lorsque les valeurs numériques sont représentées par plus d'un octet (c'est-à-dire des valeurs de 16 bits et de 32 bits), l'octet qui contient les bits de plus fort poids est transmis en premier sur le câble. Le présent sous-paragraphe suit la convention textuelle selon laquelle, lorsqu'un champ binaire est présenté dans un tableau, les bits de plus fort poids sont placés en haut du tableau. Par exemple, dans le Tableau B.6-2, le champ FC_TYPE occupe les deux bits de plus fort poids et le champ EHDR_ON occupe le bit de plus faible poids. Cet ordre est parfois appelé l'ordre "byte-big-indian".

B.6.2.1.3.1 Représentation des nombres négatifs

Les valeurs signées d'entier seront émises et reçues en format de complément à deux.

B.6.2.1.4 Format d'en-tête MAC

Le format d'en-tête MAC DOIT être celui illustré à la Figure B.6-3.

Tous les en-têtes MAC DOIVENT avoir le format général présenté dans le Tableau B.6-1. Le champ de commande de trame (FC) est le premier octet et il identifie de manière unique le reste du contenu de l'en-tête MAC. Le champ FC est suivi de 3 octets de commande MAC, un champ d'en-tête étendu (EHDR) FACULTATIF, plus une séquence de vérification d'en-tête (HCS) afin d'assurer l'intégrité de l'en-tête MAC.

Tableau B.6-1/J.112 – Format générique d'en-tête MAC

Champ d'en-tête MAC	Utilisation	Taille
FC	Commande de trame: identifie le type d'en-tête MAC	8 bits
MAC_PARM	Champ de paramètre dont l'utilisation dépend de la FC: si EHDR_ON = 1; utilisé pour la longueur de champ EHDR (ELEN) autrement, pour les trames concaténées (voir Tableau B.6-14), utilisées pour le compteur de trame MAC sinon (uniquement pour les demandes), indique le nombre de mini-intervalles ou les cellules ATM demandées	8 bits
LEN (SID)	La longueur de la trame MAC: la longueur est définie comme étant la somme du nombre d'octets dans l'en-tête étendu (s'il en existe) et le nombre d'octets qui suivent le champ HCS. (Dans le cas d'en-tête REQ, ce champ est remplacé par l'identificateur de service)	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu (si présent; taille variable)	0-240 octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
	Longueur d'un en-tête MAC	6 octets + EHDR

Le champ HCS est un contrôle CRC de 16 bits qui assure l'intégrité de l'en-tête MAC, même dans un environnement de collisions. Le champ HCS DOIT couvrir la totalité de l'en-tête MAC, en commençant par le champ FC et intégrant d'éventuels champs EHDR. La séquence HCS est calculée en utilisant CRC-CCITT ($x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$) tel que défini dans [UIT-T X.25].

Le champ FC est partagé en sous-champ FC_TYPE, sous-champ FC_PARM et indicateur de EHDR_ON. Le format du champ FC DOIT être tel que présenté dans le Tableau B.6-2.

Tableau B.6-2/J.112 – Format de champ FC

Champ FC	Utilisation	Taille
FC_TYPE	Champ de type commande de trame MAC: 00: en-tête MAC d'unité PDU de paquet 01: en-tête MAC d'unité PDU ATM 10: en-tête MAC d'unité PDU réservé 11: en-tête spécifique MAC	2 bits
FC_PARM	Bits de paramètres, utilisés en fonction du FC_TYPE	5 bits
EHDR_ON	Si = 1, il indique la présence d'un champ EHDR [Longueur de EHDR (ELEN) déterminée par le champ MAC_PARM]	1 bit

Le sous-champ FC_TYPE est constitué des deux bits de plus fort poids (MSB) du champ FC. Ces bits DOIVENT toujours être interprétés de la même manière pour indiquer un des quatre formats de trame MAC possibles. Ces types comprennent: en-tête MAC avec unité PDU de paquet, en-tête MAC avec cellules ATM, en-tête MAC réservé pour des futurs types d'unité PDU ou un en-tête MAC utilisé à des fins spécifiques de commande MAC. Ces types sont étudiés plus en détail dans la suite du présent sous-paragraphe.

Les cinq bits qui suivent le sous-champ FC_TYPE constituent le sous-champ FC_PARM. L'utilisation de ces bits dépend du type d'en-tête MAC. Le bit de plus faible poids (LSB) du champ FC est l'indicateur EHDR_ON. Si ce bit est établi, un en-tête étendu (EHDR) est présent. L'en-tête EHDR fournit un mécanisme qui permet à l'en-tête MAC d'être extensible d'une manière interopérable.

Le motif d'octets de bourrage de la sous-couche de convergence de transmission est défini par la valeur de 0xFF. Ceci évite d'utiliser des valeurs d'octet FC qui ont FC_TYPE = '11' et FC_PARM = '1111'.

Le champ MAC_PARM de l'en-tête MAC sert plusieurs objectifs en fonction du champ FC. Si l'indicateur EHDR_ON est établi, le champ MAC_PARM DOIT être utilisé comme longueur d'en-tête étendu (ELEN). Le champ EHDR PEUT varier de 0 à 240 octets. S'il s'agit d'un en-tête MAC de concaténation, le champ MAC_PARM représente le nombre de trames MAC (CNT) dans la concaténation (voir B.6.2.5.4). S'il s'agit d'un en-tête MAC de demande (REQ) (voir B.6.2.5.3), le champ MAC_PARM représente la valeur de largeur de bande demandée. Dans tous les autres cas, le champ MAC_PARM est réservé à des utilisations futures.

Le troisième champ a trois utilisations possibles. Dans la majorité des cas il indique la longueur (LEN) de la trame MAC donnée. Dans un cas particulier, celui de l'en-tête MAC de demande, il est utilisé pour indiquer l'identificateur de service du câble-modem puisque aucune unité PDU ne suit l'en-tête MAC.

Le champ en-tête étendu (EHDR) permet des extensions du format de trame MAC. Il est utilisé pour implémenter la sécurité de liaison de données et peut être étendu afin de prendre en charge des fonctions supplémentaires dans des versions à venir. Il CONVIENT que les applications initiales transmettent ce champ au processeur. Ceci permettra à de futures mises à jour de logiciels de bénéficier de cette capacité. (Voir B.6.2.6, "En-têtes MAC étendus" pour plus de détails.)

B.6.2.1.5 Unité PDU de données

L'en-tête MAC PEUT être suivi d'une unité PDU de données. Le type et le format de l'unité PDU de données sont définis dans le champ de commande de trame de l'en-tête MAC. Le champ FC définit de manière explicite une unité PDU de données en paquet, une unité PDU de données ATM, une trame d'en-tête MAC seul (pas d'unité PDU) et un point de code réservé (utilisé comme mécanisme échappatoire pour de futures extensions). Tous les câble-modems DOIVENT utiliser la longueur dans l'en-tête MAC pour sauter toute donnée réservée.

B.6.2.2 Trames MAC sur base de paquets

B.6.2.2.1 Paquets de longueur variable

La sous-couche MAC DOIT prendre en charge une unité PDU de données en paquets de type Ethernet et [ISO/CEI 8802-3] de longueur variable. L'unité PDU de paquet DOIT être acheminée à travers le réseau dans sa totalité, y compris le contrôle CRC d'origine. Un en-tête MAC de paquet est ajouté au début. Le format de trame sans en-tête étendu DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-4 et dans le Tableau B.6-3.

Tableau B.6-3/J.112 – Format d'unité PDU de paquet

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 00; en-tête MAC de paquet FC_PARM[4:0] = 00000; autres valeurs réservées pour de futures utilisations et ignorées EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR présent dans cet exemple	8 bits
MAC_PARM	Réservé, DOIT être réglé à zéro en l'absence d'en-tête EHDR; sinon réglé à la longueur de l'en-tête EHDR.	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets de l'unité PDU de paquet	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu n'est pas présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données en paquet	Unité PDU de paquet: DA – Adresse de destination de 48 bits SA – Adresse source de 48 bits Type/Len – Champ de 16 bits de type Ethernet ou de longueur [ISO/CEI 8802-3] Données d'utilisateur (longueur variable, 0-1500 octets) CRC – Contrôle CRC de 32 bits sur PDU de paquet (conforme à la définition Ethernet et [ISO/CEI 8802-3])	n octets
	Longueur de trame MAC en paquet	6 + n octets

B.6.2.3 Trames MAC de cellule ATM

Le transport ATM n'est pas défini dans la présente spécification.

Un point de code pour ATM a été défini afin de permettre à des CM qui fonctionnent actuellement sur une base de trames, de fonctionner dans l'avenir dans d'éventuelles voies descendantes dans lesquelles des cellules ATM et des trames sont combinées. Ceci permet aux modems actuels d'ignorer les cellules ATM tout en recevant des trames. Le format de trame DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-5 et dans le Tableau B.6-4.

Tableau B.6-4/J.112 – Format de trame MAC de cellule ATM

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 01; en-tête MAC de format de cellule ATM FC_PARM[4:0] = 00000; autres valeurs réservées pour de futures utilisations et ignorées EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR présent dans cet exemple	8 bits
MAC_PARM	Réservé, DOIT être réglé à zéro en l'absence d'en-tête EHDR; autrement réglé à la longueur de l'en-tête EHDR	8 bits
LEN	LEN = $n \times 53$; longueur d'unité PDU de cellule ATM en octets	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu n'est pas présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données ATM	Unité PDU de cellule ATM	$n \times 53$ octets
	Longueur de trame MAC sur base de cellules ATM	$6 + n \times 53$ octets

B.6.2.4 Trames MAC d'unités PDU réservées

La sous-couche MAC assure un point de code FC réservé afin de permettre la prise en charge de futurs formats d'unité PDU (à définir). Le champ FC de l'en-tête MAC indique la présence d'une unité PDU réservée. Cette unité PDU DOIT être éliminée en silence par les applications MAC de la présente version (1.0) de la spécification. Les applications conformes à la version 1.0 DOIVENT utiliser le champ longueur pour sauter les unités PDU réservées.

Le format d'unité PDU réservée sans en-tête étendu DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-6 et dans le Tableau B.6-5.

Tableau B.6-5/J.112 – Format d'unité PDU réservée

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 10; en-tête MAC d'unité PDU réservée FC_PARM[4:0]; réservé pour de futures utilisations EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR présent dans cet exemple	8 bits
MAC_PARM	Réservé pour utilisation future	8 bits
LEN	LEN = n; longueur de l'unité PDU réservée en octets	16 bits
EHDR	EHDR = 0; l'en-tête MAC étendu n'est pas présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données d'utilisateur	Unité PDU de données réservée	n octets
	Longueur d'une trame MAC de PDU réservée	6 + n octets

B.6.2.5 En-têtes spécifiques MAC

Il existe plusieurs en-têtes MAC qui sont utilisés pour des fonctions très spécifiques. Ces fonctions comprennent la prise en charge de la synchronisation dans le sens descendant et l'ajustement de télémétrie/puissance dans le sens montant, la demande de largeur de bande et la concaténation de plusieurs trames MAC.

B.6.2.5.1 En-tête de synchronisation

Un en-tête MAC spécifique est identifié afin de faciliter la synchronisation et les ajustements requis. Dans le sens descendant, cet en-tête MAC DOIT être utilisé pour transporter la référence de synchronisation universelle par rapport à laquelle tous les câblo-modems sont synchronisés. Dans le sens montant, cet en-tête MAC DOIT être utilisé comme partie du message de télémétrie nécessaire à la synchronisation et aux ajustements de puissance d'un câblo-modem. L'en-tête MAC de synchronisation est suivi d'une unité PDU de données en paquet. Le format DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-7 et dans le Tableau B.6-6.

B.6.2.5.2 En-tête MAC de gestion

Un en-tête MAC spécifique est identifié afin de faciliter le traitement de messages de gestion MAC requis. Cet en-tête MAC DOIT être utilisé pour transporter tous les messages de gestion MAC (voir B.6.3). Le format DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-8 et dans le Tableau B.6-7.

Tableau B.6-6/J.112 – Format d'en-tête MAC de synchronisation

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 00000; en-tête MAC de synchronisation EHDR_ON = 0; en-tête étendu interdit pour SYNC et RNG-REQ	8 bits
MAC_PARM	Réservé pour utilisation future	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets de l'unité PDU de paquet	16 bits
EHDR	Absence d'en-tête MAC étendu	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données en paquet	Message de gestion MAC: message SYNC (uniquement dans le sens descendant) RNG-REQ (uniquement dans le sens montant)	n octets
	Longueur de trame MAC de message de synchronisation	6 + n octets

Tableau B.6-7/J.112 – Format d'en-tête MAC de gestion

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 00001 EHDR_ON	8 bits
MAC_PARM	Réservé pour utilisation future	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets de l'unité PDU de paquet	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu n'est pas présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données en paquet	Message de gestion MAC	n octets
	Longueur de trame MAC de gestion	6 + n octets + EHDR

B.6.2.5.3 En-tête MAC de demande

L'en-tête MAC de demande est le mécanisme fondamental qu'utilise un câblo-modem pour faire une demande de largeur de bande. En tant que tel, il ne s'applique que dans le sens montant. Aucune unité PDU de données ne DOIT suivre l'en-tête MAC de demande. Le format général de la demande DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-9 et dans le Tableau B.6-8.

Etant donné que l'en-tête MAC de demande n'est pas suivi d'une unité PDU de données, le champ LEN n'est pas nécessaire. Le champ LEN DOIT être remplacé par un SID. Le SID DOIT identifier de manière unique la file d'attente d'un service particulier dans une station donnée.

La demande de largeur de bande, REQ, DOIT être spécifiée en mini-intervalles ou en cellules ATM. Le champ REQ DOIT indiquer la valeur totale courante de largeur de bande demandée pour cette file d'attente de service, y compris l'attribution appropriée pour la redondance de couche PHY.

Tableau B.6-8/J.112 – Format d'en-tête MAC de demande (REQ)

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[3:0] = 0010; en-tête MAC uniquement; suivi d'aucune unité PDU de données FC_PARM[4] indique si la demande REQ est en mini-intervalles ou en cellules ATM [4] = 0; REQ de mini-intervalle [4] = 1; REQ de cellule ATM EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR autorisé	8 bits
MAC_PARM	REQ, valeur totale de largeur de bande demandée (uniquement dans le sens montant): si FC_PARM[4] = 0; REQ est un nombre de mini-intervalles si FC_PARM[4] = 1; REQ est un nombre de cellules ATM	8 bits
SID	Identificateur de service (0...0x3FFF)	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu non autorisé	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
	Longueur d'un en-tête MAC de demande	6 octets

B.6.2.5.4 Concaténation

Un en-tête MAC spécifique est défini afin de permettre la concaténation de plusieurs trames MAC. Cela permet de transférer une simple "rafale" MAC à travers le réseau. La redondance de couche PHY et d'en-tête MAC de concaténation n'a lieu qu'une fois. La concaténation de plusieurs trames MAC doit se faire de la manière représentée à la Figure B.6-10.

Un système CMTS & CM conforme aux prescriptions PEUT prendre en charge la concaténation.

NOTE – La concaténation ne s'applique qu'au trafic montant. Elle ne DOIT PAS être utilisée dans le trafic descendant (aval).

Il ne DOIT y avoir qu'un seul en-tête MAC de concaténation par "rafale" MAC. Des concaténations emboîtées ne DOIVENT PAS être autorisées. L'en-tête MAC de concaténation DOIT être immédiatement suivi de l'en-tête MAC de la première trame MAC. Les informations contenues dans l'en-tête MAC indiquent la longueur de la première trame MAC et fournissent un moyen de trouver le début de la trame MAC suivante. Dans une concaténation, chaque trame MAC DOIT être unique et PEUT être de n'importe quel type. Ceci signifie que des trames de paquets, des trames ATM, des trames d'unité PDU réservée et des trames spécifiques MAC PEUVENT être combinées. Les trames MAC insérées dans la concaténation PEUVENT être adressées à différentes destinations et DOIVENT être acheminées comme si elles étaient transmises individuellement.

Le format d'en-tête MAC de concaténation DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-11 et dans le Tableau B.6-9.

Le champ MAC_PARM DOIT être utilisé pour indiquer le nombre total de trames MAC (CNT) dans la rafale de concaténation donnée. Si le nombre est égal à zéro, il y a un nombre non spécifié de trames MAC. Le champ LEN indique la longueur de la totalité de la concaténation. Ceci est légèrement différent du champ LEN au sein d'un en-tête MAC individuel, qui indique uniquement la longueur de la trame MAC donnée.

Tableau B.6-9/J.112 – Format de trame MAC concaténée

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 11100; en-tête MAC de concaténation EHDR_ON = 0; aucun EHDR avec en-tête de concaténation	8 bits
MAC_PARM	CNT, nombre de trames MAC dans cette concaténation CNT = 0 indique un nombre non spécifié de trames MAC	8 bits
LEN	LEN = x + ... + y; longueur en octets de toutes les trames MAC qui suivent	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu ne DOIT PAS être utilisé	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Trame MAC 1	Première trame MAC: en-tête MAC plus unité PDU de données FACULTATIVE	x octets
Trame MAC n	Dernière trame MAC: en-tête MAC plus unité PDU de données FACULTATIVE	y octets
	Longueur de trame MAC concaténée	6 + LEN octets

B.6.2.6 En-têtes MAC étendus

Chaque en-tête MAC, à l'exception de la synchronisation, de l'en-tête MAC de concaténation et de la trame de demande, a la capacité de définir un champ d'en-tête étendu (EHDR). La présence d'un champ EHDR DOIT être indiquée par un indicateur EHDR_ON établi dans le champ FC. Chaque fois que ce bit est activé, le champ MAC_PARM DOIT être utilisé comme longueur d'en-tête EHDR (ELEN). L'en-tête EHDR minimal est défini à 1 octet. La longueur maximale d'en-tête EHDR est de 240 octets.

Un système CMTS & CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge des en-têtes étendus.

Le format d'un en-tête MAC générique comprenant un en-tête étendu DOIT être tel que représenté à la Figure B.6-12 et dans le Tableau B.6-10.

NOTE – Des en-têtes étendus ne DOIVENT PAS être utilisés dans un en-tête MAC de concaténation, mais PEUVENT être inclus comme une partie d'en-têtes MAC dans une concaténation.

Des en-têtes étendus ne DOIVENT PAS être utilisés dans les en-têtes MAC de demande et de synchronisation.

Tableau B.6-10/J.112 – Format d'en-tête étendu

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = XX; s'applique à tous les en-têtes MAC FC_PARM[4:0] = XXXXX; dépendant du FC_TYPE EHDR_ON = 1; en-tête EHDR présent dans cet exemple	8 bits
MAC_PARM	ELEN = x; longueur de l'en-tête EHDR en octets	8 bits
LEN	LEN = x + y; longueur en octets de l'en-tête EHDR plus l'unité PDU de données FACULTATIVE	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu est présent dans cet exemple	x octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
PDU	Unité PDU de données FACULTATIVE	y octets
	Longueur de trame MAC avec en-tête EHDR	6 + x + y octets

Etant donné que l'en-tête EHDR augmente la longueur de la trame MAC, le champ LEN DOIT être augmenté pour inclure la longueur de l'unité PDU de données et la longueur de l'en-tête EHDR.

Le champ EHDR est constitué d'un ou de plusieurs éléments d'en-tête EH. Chaque élément d'en-tête EH est de taille variable. Le premier octet de l'élément d'en-tête EH DOIT contenir un champ type et un champ longueur. Chaque CM DOIT utiliser cette longueur afin de sauter tout élément d'en-tête EH inconnu. Le format d'un élément d'en-tête EH DOIT être tel que représenté dans le Tableau B.6-11.

Tableau B.6-11/J.112 – Format d'élément d'en-tête EH

Champs d'élément d'en-tête EH	Utilisation	Taille
EH_TYPE	Champ de type d'élément d'en-tête EH	4 bits
EH_LEN	Longueur de l'élément d'en-tête EH (EH_VALUE)	4 bits
EH_VALUE	Données d'élément d'en-tête EH	0-15 octets

Les types d'élément d'en-tête EH définis au Tableau B.6-12 DOIVENT être pris en charge. Les types réservés et étendus sont, à ce niveau, non définis et il CONVIENT DE les ignorer.

Les huit premiers types d'éléments d'en-tête EH sont destinés au transfert unidirectionnel entre le câble-modem et le CMTS. Les sept éléments d'en-tête EH suivants sont destinés à l'utilisation de bout en bout dans le domaine de sous-couche MAC. Ainsi, les informations attachées à l'en-tête EHDR dans le sens montant DOIVENT également être attachées lorsque ces informations sont renvoyées. Le dernier type d'élément d'en-tête EH est un mécanisme échappatoire qui autorise d'autres types et des valeurs plus longues et DOIT être tel que représenté dans le Tableau B.6-12.

Tableau B.6-12/J.112 – Format d'élément d'en-tête EH

EH_TYPE	EH_LEN	EH_VALUE
0	0	Réglage de configuration zéro: peut être utilisé pour compléter l'en-tête étendu. Le EH_LEN DOIT être zéro, mais le réglage de configuration peut être répété
1	3	Demande: mini-intervalles demandés (1 octet); SID (2 octets) [CM → CMTS]
2	2	Accusé de réception demandé; SID (2 octets) [CM → CMTS]
3 (= BP_UP)	4	Élément EH de sécurisation montante [MCNS8]
4 (= BP_DOWN)	4	Élément EH de sécurisation descendante [MCNS8]
5 (= SS_UP)	8 ou 9	En-tête de sécurité amont [MCNS2]
6 (= SS_DOWN)	8 ou 9	En-tête de sécurité aval [MCNS2]
7		Réservé
8	4	Réservé
10-14		Réservé [CM ↔ CM]
15	XX	Élément d'en-tête EH étendu: EHX_TYPE (1 octet), EHX_LEN (1 octet), EH_VALUE (longueur déterminée par EHX_LEN)

B.6.2.7 Traitement d'erreur

Le réseau câblé est un environnement potentiellement rude qui peut entraîner plusieurs différentes conditions d'erreur. Le présent sous-paragraphe, en combinaison avec le B.7.2.17, décrit les procédures requises lorsque des exceptions ont lieu au niveau du verrouillage de trame MAC.

Le type le plus évident d'erreur a lieu en cas d'échec de la séquence HCS de l'en-tête MAC. Ceci peut être le résultat de bruit sur le réseau ou éventuellement de collisions dans la voie montante. Le rétablissement du verrouillage de trame dans la voie descendante est réalisé par la sous-couche de convergence de transmission MPEG. Dans la voie montante, le verrouillage de trame est rétabli sur chaque rafale transmise, de sorte que sur une rafale, il soit indépendant de celui de rafales précédentes. Les erreurs de verrouillage de trame dans une rafale sont par conséquent traitées en ignorant cette rafale, ce qui signifie que les erreurs sont irrécupérables jusqu'à la rafale suivante.

Une seconde exception, qui s'applique uniquement au sens montant, a lieu lorsque le champ longueur est erroné et que la commande MAC considère la trame comme étant plus longue que ce qu'elle est réellement. La synchronisation est rétablie à l'intervalle de données valide suivant dans le sens montant.

Pour chaque transmission dans la sous-couche MAC, la séquence HCS DOIT être vérifiée. Lorsqu'une HCS erronée est détectée, l'en-tête MAC et toute capacité utile correspondante DOIVENT être abandonnés.

Pour la transmission d'unités de paquet, un mauvais contrôle CRC PEUT être décelé. Etant donné que le contrôle CRC couvre uniquement l'unité PDU de données et que la séquence HCS couvre l'en-tête MAC, l'en-tête MAC est toujours considéré comme étant valide. L'unité PDU de paquet DOIT par conséquent être éliminée, mais toute information pertinente dans l'en-tête MAC (par exemple, des informations de demande de largeur de bande) PEUT être utilisée.

B.6.3 Messages de gestion MAC

B.6.3.1 En-tête de message de gestion MAC

Les messages de gestion MAC DOIVENT être encapsulés dans une trame d'informations non numérotée LLC telle que définie dans [ISO/CEI 8802-2], qui est à son tour encapsulée dans le verrouillage de trame MAC de réseau câblé de la manière représentée à la Figure B.6-13. La Figure B.6-13 présente l'en-tête MAC et les champs d'en-tête de message de gestion MAC qui sont communs à tous les messages de gestion MAC.

Les champs DOIVENT être tels que définis ci-dessous:

FC, MAC_PARM, LEN, HCS	En-tête de trame MAC commun – voir B.6.2.1.4 pour plus de détails. Tous les messages utilisent un en-tête spécifique MAC.
Destination Address (DA)	Les trames de gestion MAC sont adressées à une adresse de monodiffusion de CM spécifique ou à l'adresse de multidiffusion de gestion MCNS. Ces adresses de gestion MAC MCNS sont décrites dans l'Appendice B.I.
Source Address (SA)	Adresse MAC du système source CM ou CMTS.
Msg Length	Longueur du message MAC du point DSAP à la fin de la charge utile.
DSAP	Point SAP zéro LLC (00) tel que défini dans [ISO/CEI 8802-2].
SSAP	Point SAP zéro LLC (00) tel que défini dans [ISO/CEI 8802-2].
Control	Trame d'information non numérotée (03) telle que définie dans [ISO/CEI 8802-2].
Version	1 octet Ce champ définit la version du protocole de gestion MAC utilisée. Réglé à 1 pour la présente version.
Type	1 octet Ce champ définit le type du message de gestion MAC particulier donné.
RSVD	1 octet Ce champ est utilisé afin d'aligner la charge utile de message sur une frontière de 32 bits. Réglé à 0 pour la présente version.
Management Message Payload	Longueur variable Telle que définie pour chaque message de gestion spécifique.
CRC	Couvre le message y compris les champs d'en-tête (DA, SA, ...). Polynôme défini par [ISO/CEI 8802-3].

Tableau B.6-13/J.112 – Types de message de gestion MAC

Valeur de type	Nom du message	Description du message
1	SYNC	Synchronisation d'horloge
2	UCD	Descripteur de voie montante
3	MAP	Attribution de largeur de bande dans le sens montant
4	RNG-REQ	Demande de télémétrie
5	RNG-RSP	Réponse de télémétrie
6	REG-REQ	Demande d'enregistrement
7	REG-RSP	Réponse d'enregistrement
8	UCC-REQ	Demande de changement de voie montante
9	UCC-RSP	Réponse de changement de voie montante
10	TRI-TCD	Descripteur de voie téléphonique [MCNS6]
11	TRI-TSI	Informations de terminaison de système [MCNS6]
12	BPKM-REQ	Demande de gestion de clé de sécurisation [MCNS8]
13	BPKM-RSP	Réponse de gestion de clé de sécurisation [MCNS8]
14-255		Réservé pour utilisation future

B.6.3.2 Messages de gestion MAC

Un CMTS ou CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge les types de messages de gestion suivants.

B.6.3.2.1 Synchronisation d'horloge (SYNC)

La synchronisation d'horloge (SYNC) DOIT être transmise à des intervalles périodiques par le CMTS afin d'établir la synchronisation de sous-couche MAC. Ce message DOIT utiliser un champ FC du type synchronisation. Celui-ci DOIT être suivi par une unité PDU de paquet d'un format tel que celui représenté à la Figure B.6-14.

Les paramètres doivent être tels que définis ci-dessous:

CMTS Timestamp Horodateur de 32 bits croissant fondé sur une horloge de référence de base de temps du CMTS. L'unité est un 1/64 de top de base de temps (c'est-à-dire $6,25/64 \mu s^4$).

⁴ Etant donné que le message SYNC s'applique à toutes les voies montantes au sein de ce domaine MAC, les unités ont été choisies indépendantes de la rapidité de modulation des différentes voies montantes. Un top de base de temps représente le plus petit mini-intervalle possible à la rapidité de modulation la plus élevée possible. Voir B.6.5.4 pour les relations entre les unités de temps.

B.6.3.2.2 Descripteur de voie montante (UCD)

Un descripteur de voie montante DOIT être transmis à intervalle périodique par le CMTS afin de définir les caractéristiques d'une voie montante (voir la Figure B.6-15). Un message séparé DOIT être transmis pour chaque voie montante active.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de message qui suivent l'identificateur de canal DOIVENT être codés dans la forme type/longueur/valeur (TLV) où les champs type et longueur ont chacun une longueur de un octet. De nouveaux paramètres, qui ne peuvent être interprétés par tous les CM, PEUVENT être ajoutés en utilisant ce codage. Un CM qui ne reconnaît pas un type de paramètre DOIT sauter ce paramètre et ne DOIT PAS traiter l'événement comme une condition d'erreur.

Un CMTS DOIT produire des descripteurs UCD ayant le format montré à la Figure B.6-15, et comprenant tous les paramètres suivants:

Configuration Change Count	Augmenté de un (modulo la taille du champ) par le CMTS chaque fois qu'une quelconque valeur de ce descripteur de voie est modifiée. Si la valeur de ce compteur reste la même dans un descripteur subséquent, le CM peut décider rapidement que les autres champs n'ont pas été modifiés, et a la possibilité d'ignorer le reste du message. La référence de cette valeur est également prise du message MAP.
Mini-Slot Size	Taille du mini-intervalle pour la voie montante donnée, en unités de top de base de temps de 6,25 μ s. Les valeurs admissibles sont $T = 2^M$, $M = 0, 1, \dots, 7$, c'est-à-dire que $T = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$ ou 128.
upstream channel ID	Identificateur de la voie montante à laquelle ce message se réfère. Cet identificateur est choisi de manière arbitraire par le CMTS et n'est unique que dans le domaine de sous-couche MAC.
downstream channel ID	Identificateur de la voie descendante par laquelle le message donné a été transmis. Cet identificateur est choisi de manière arbitraire par le CMTS et n'est unique que dans le domaine de sous-couche MAC.

Tous les autres paramètres sont codés en tuples de TLV. Des paramètres de largeur de voie (types 1 à 3 dans le Tableau B.6-14) doivent précéder les descripteurs de rafale (type 4 ci-dessous).

Tableau B.6-14/J.112 – Paramètres TLV de voie

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Symbol Rate	1	1	multiples du débit de base de 160 kDd (la valeur est 1, 2, 4, 8 ou 16)
Frequency	2	4	fréquence centrale dans le sens montant (Hz)
Preamble Pattern	3	1-128	superchaîne de préambule. Toutes les valeurs de préambule spécifiques à la rafale sont choisies comme sous-chaînes binaires de cette chaîne. Le premier octet du champ de valeur contient les 8 premiers bits de la superchaîne, le premier bit de la superchaîne de préambule venant dans la position du bit le plus significatif du premier octet du champ de valeur, et avec le huitième bit de la superchaîne de préambule en position la moins significative de l'octet du champ de valeur. Le deuxième octet du champ de valeur reçoit les huit bits suivants de la superchaîne, le neuvième bit de cette superchaîne venant en position de bit le plus significatif du deuxième octet et ainsi de suite.
Burst Descriptor	4		peut apparaître plus d'une fois; décrit ci-dessous. La longueur est le nombre d'octets de l'objet global, y compris les articles TLV insérés.

Les descripteurs de rafale sont des codages TLV composés qui définissent, pour chaque type d'intervalle d'utilisation dans le sens montant, les caractéristiques de couche Physique qui doivent être utilisées dans cet intervalle. Les codes d'utilisation d'intervalle montant sont définis dans le message MAP (voir B.6.3.2.3 et Figure B.6-16).

Un descripteur de rafale DOIT être inclus pour chaque code d'utilisation d'intervalle à utiliser dans le message MAP d'attribution. Le code d'utilisation d'intervalle ci-dessus doit être une des valeurs du Tableau B.6-16.

Au sein de chaque descripteur de rafale se trouve une liste non ordonnée des attributs de couche Physique, codés comme valeur TLV. Ces attributs sont présentés dans le Tableau B.6-15.

B.6.3.2.2.1 Exemple de données TLV codées par le descripteur UCD

Un exemple de données TLV codées par le descripteur UCD est fourni à la Figure B.6-17.

Tableau B.6-15/J.112 – Attributs de rafale de couche Physique dans le sens montant

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Modulation Type	1	1	1 = MDPQ, 2 = MAQ 16
Differential Encoding	2	1	1 = activé, 2 = désactivé
Preamble Length	3	2	Jusqu'à 1024 bits. La valeur doit être un nombre entier de symboles (un multiple de 2 pour MDPQ et de 4 pour MAQ 16).
Preamble Value Offset	4	2	Identifie les bits à utiliser pour la valeur du préambule. Celle-ci est spécifiée comme le décalage de début dans le motif de préambule (voir Tableau B.6-14). C'est-à-dire qu'une valeur zéro signifie que le premier bit du préambule pour ce type de rafale est le premier bit du motif de préambule. Une valeur de 100 signifie que le préambule doit utiliser le bit numéro 101 et les bits suivants du motif de préambule. Cette valeur doit être un multiple de la taille de symbole. Le premier bit du motif de préambule est le premier bit qui entre dans le mappage de symboles (Figure B.4-8). C'est le bit I ₁ dans le premier symbole de la rafale (voir B.4.2.2.2).
FEC Error Correction (T bytes)	5	1	0-10 octets: une valeur zéro implique qu'il n'y a pas de correction d'erreur directe.
FEC Codeword Length (k)	6	1	Fixe: 16 à 253 (en supposant la FEC activée) Raccourci: 16 à 253 (en supposant la FEC activée)
Scrambler Seed	7	2	La valeur de départ de 15 bits.
Maximum Burst Size	8	1	Nombre maximal de mini-intervalles qui peut être transmis dans ce type de rafale. L'absence de ce réglage de configuration implique que la taille de rafale est limitée ailleurs. Cette valeur DOIT être utilisée quand l'intervalle est de type attribution de données courtes.
Guard Time Size	9	1	Nombre de temps de rafale qui doit suivre la fin de la rafale donnée. (Bien que cette valeur puisse être calculée à partir d'autres paramètres d'architecture et de réseau, elle est intégrée à cet endroit afin d'assurer que les CM et le CMTS utilisent tous la même valeur.)
Last Codeword Length	10	1	1 = fixe; 2 = raccourci
Scrambler on/off	11	1	1 = marche; 2 = arrêt

B.6.3.2.3 Table de mappage d'attribution de largeur de bande dans le sens montant (MAP)

Un CMTS DOIT produire des tables MAP ayant le format représenté à la Figure B.6-18.

Les paramètres DOIVENT être tels que définis ci-dessous:

Upstream Channel ID	Identificateur de la voie montante à laquelle ce message se réfère.
UCD Count	Doit correspondre à la valeur du compteur de modifications de configuration du descripteur UCD qui décrit les paramètres de rafale qui s'appliquent à cette table de mappage. Voir B.7.2.15.
Number Elements	Nombre d'éléments d'information dans la table de mappage.
Reserved	Champ réservé pour l'alignement.

Alloc Start Time	Temps de démarrage effectif mesuré à partir de l'initialisation CMTS (en mini-intervalles) pour les attributions dans cette table de mappage.
Ack Time	Dernier temps, à partir de l'initialisation CMTS, (mini-intervalles) traité dans le sens montant. Ce temps est utilisé par les CM pour détecter les collisions (voir B.6.4.4).
Ranging Backoff Start	Fenêtre d'attente initiale pour la contention de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de poids fort ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).
Ranging Backoff End	Fenêtre d'attente finale pour la contention de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de poids fort ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).
Data Backoff Start	Fenêtre d'attente initiale réduction de puissance pour les données et les demandes en mode contention, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de poids fort ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).
Data Backoff End	Fenêtre d'attente finale pour les données et les demandes en mode contention, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de poids fort ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).
MAP information elements	Ces éléments DOIVENT avoir le format défini à la Figure B.6-19 et au Tableau B.6-16. Les valeurs des codes IUC sont définies au Tableau B.6-16 et sont décrites en détail au B.6.4.1.

Tableau B.6-16/J.112 – Eléments d'information (IE) de table MAP d'attribution

Nom de l'IE	Code d'utilisation d'intervalle (IUC) (4 bits)	Identificateur SID (14 bits)	Décalage de mini-intervalle (14 bits)
Request	1	quelconque	Décalage de début de la région REQ
REQ/Data (voir Appendice B.I pour définition de multidiffusion)	2	multidiffusion	Décalage de début de la région de données IMMEDIATE Des multidiffusions communément admises définissent les intervalles de début
Initial Maintenance	3	diffusion/ multidiffusion	Décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie initiale)
Station Maintenance (Note 1)	4	monodiffusion	Décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie périodique)
Short Data Grant (Note 2)	5	monodiffusion	Décalage de début de l'attribution de données accordées; si la longueur inférée = 0, une attribution de données est en attente
Long Data Grant	6	monodiffusion	Décalage de début d'attribution de données accordées; si la longueur inférée = 0, une attribution de données est en attente
Null IE	7	zéro	Décalage de fin de l'attribution précédente. Utilisé pour limiter la longueur de la dernière attribution d'intervalles
Data Ack	8	monodiffusion	CMTS réglé à 0
Reserved	9-14	quelconque	réservé
Expansion	15	Code IUC étendu	# de mots de 32 bits supplémentaires dans l'élément IE donné
<p>NOTE 1 – Bien que la distinction entre la maintenance initiale et la maintenance de station est univoque pour le type d'identificateur de service, des codes différents sont utilisés afin de faciliter la configuration de la couche Physique (voir codage de descripteur de rafale, Tableau B.6-15).</p> <p>NOTE 2 – La distinction entre des attributions de données longues et courtes est associée à la quantité de données qui peut être transmise dans cette attribution. Un intervalle d'attribution de données courtes peut utiliser des paramètres FEC qui sont appropriés à des paquets courts alors que des attributions de données longues peuvent avoir la possibilité de bénéficier d'une plus grande efficacité de codage FEC.</p> <p>NOTE 3 – Chaque élément d'information est une quantité sur 32 bits, les 14 bits les plus significatifs représentant l'identificateur SID, les 4 suivants le code IUC, et les 14 derniers le décalage de mini-intervalle.</p> <p>NOTE 4 – L'identificateur SID utilisé dans l'élément d'information "Station Maintenance" DOIT être un SID temporaire ou le premier (et peut-être le seul) identificateur SID d'enregistrement qui a été assigné dans le message de réponse REG-RSP adressé à un CM.</p>			

B.6.3.2.4 Demande de télémétrie (RNG-REQ)

Une demande de télémétrie DOIT être transmise par un CM lors de l'initialisation et périodiquement à la demande du CMTS afin de déterminer le temps de propagation du réseau. Ce message DOIT utiliser un champ FC du type synchronisation. Celui-ci DOIT être suivi d'une unité PDU de paquet ayant le format représenté à la Figure B.6-20.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

- SID** Pour les messages de demande RNG-REQ transmis dans les intervalles de maintenance initiale:
- identificateur SID d'initialisation si le modem tente de se connecter au réseau;
 - identificateur SID d'initialisation si le modem ne s'est pas encore fait enregistrer et s'il modifie les voies descendantes (ou aussi bien montantes que descendantes) conformément aux indications d'un fichier de paramètres téléchargé;
 - identificateur SID temporaire si le modem ne s'est pas encore fait enregistrer et s'il modifie les voies montantes (et non pas descendantes) conformément aux indications d'un fichier de paramètres téléchargé;
 - identificateur SID d'enregistrement (déjà attribué dans la réponse REG-RSP) si le modem est enregistré et modifie les voies montantes.

Pour les messages RNG-REQ transmis dans les intervalles de maintenance de station:

- identificateur SID attribué.

Il s'agit d'un champ de 16 bits dont les 14 bits inférieurs définissent l'identificateur SID par la mise à zéro des bits 14 et 15.

Downstream channel ID Identificateur de la voie descendante par laquelle le CM a reçu le descripteur UCD qui a décrit le flux montant donné. Il s'agit d'un champ de 8 bits.

Pending Till Complete Si ce champ est à zéro, tous les attributs précédents de réponse télémétrique ont été appliqués avant l'émission de cette demande. S'il est différent de zéro, il contient la durée estimée nécessaire pour terminer l'assimilation des paramètres de télémétrie. Noter que seule l'égalisation peut être différée. Les unités sont exprimées en centièmes de seconde non signés (10 ms).

B.6.3.2.5 Réponse de télémétrie (RNG-RSP)

Une réponse de télémétrie ayant le format représenté à la Figure B.6-21 DOIT être transmise par un CMTS en réponse à une demande RNG-REQ. Les automates à états qui décrivent la procédure de télémétrie sont présentés au B.7.2.5. Dans cette procédure, il convient de noter que du point de vue du CM, la réception d'une réponse de télémétrie est sans état. Le CM DOIT être préparé à recevoir une réponse de télémétrie à tout moment et pas uniquement après une demande de télémétrie.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de messages qui suivent l'identificateur de voie montante DOIVENT être codés sous la forme type/longueur/valeur (TLV). De nouveaux paramètres, qui ne peuvent être interprétés par tous les CM, peuvent être ajoutés au moyen de ce codage. Un CM qui ne reconnaît pas un type de paramètre DOIT simplement sauter ce paramètre mais ne DOIT PAS traiter l'événement comme une condition d'erreur.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

SID	Si le modem est appelé par cette réponse à passer sur une voie différente, il s'agit du SID d'initialisation. Sinon, il s'agit du SID extrait de la demande RNG-REQ à laquelle cette réponse se rapporte, sauf que si la demande RNG-REQ initiale était une demande de télémétrie initiale spécifiant un SID d'initialisation, il s'agit alors du SID temporaire qui a été attribué.
Upstream channel ID	L'identificateur de la voie montante par laquelle le CMTS a reçu la demande RNG-REQ à laquelle la réponse se réfère.
Timing adjust information	Temps à utiliser pour décaler la transmission de trame de sorte que les trames arrivent au temps de mini-intervalle prévu au CMTS.
Power adjust information	Spécifie les modifications relatives de niveau de puissance de transmission que le CM doit réaliser pour que les transmissions arrivent au CMTS à la puissance désirée.
Frequency adjust information	Spécifie les modifications relatives de fréquence de transmission que le CM doit réaliser afin de mieux s'accorder au CMTS. (Il s'agit là d'un ajustement minutieux de la fréquence dans un canal et non d'une réattribution d'un canal différent.)
CM transmitter equalization information	Si le CM met en œuvre une égalisation de transmission, ces informations fournissent les coefficients d'égalisation.
Ranging status	Utilisé afin d'indiquer si les messages dans le sens montant sont reçus par le CMTS dans des limites acceptables.
Downstream Frequency Override	Paramètre facultatif indiquant la fréquence de voie descendante à laquelle le modem doit refaire le télémessurage initial.
Upstream Channel ID Override	Paramètre facultatif indiquant l'identificateur de la voie montante dans laquelle le modem doit refaire le télémessurage initial.

B.6.3.2.5.1 Codages

Les valeurs de type utilisées DOIVENT être celles définies dans le Tableau B.6-17 et la Figure B.6-22. Celles-ci sont uniques dans le message de réponse de télémétrie mais pas dans tout l'ensemble de messages MAC. Les champs type et longueur DOIVENT avoir une longueur de 1 octet chacun.

Tableau B.6-17/J.112 – Codages de message de réponse de télémétrie

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Timing Adjust	1	4	Ajustement de décalage de synchronisation TX [signé de 32 bits, unités en (6,25 µs/64)]
Power Level Adjust	2	1	Ajustement de décalage de puissance TX (signé de 8 bits, unités en 1/4 dB)
Offset Frequency Adjust	3	2	Ajustement de décalage de fréquence TX (signé de 16 bits, unité en Hz)
Transmit Equalization Adjust	4	n	Données d'égalisation TX – Voir détails ci-dessous
Ranging Status	5	1	1 = continuer, 2 = abandon, 3 = succès
Downstream frequency override	6	4	Fréquence centrale de la nouvelle voie descendante (Hz)
Upstream channel ID override	7	1	Identificateur de la nouvelle voie montante
Réservé	8-255	n	Réservé pour utilisation future

Le nombre total d'entrées par symbole DOIT s'inscrire dans une gamme de 1 à 4.

Le nombre total d'entrées PEUT atteindre 64. Chaque entrée est constituée de l'entrée d'un coefficient réel et d'un coefficient imaginaire dans la table.

Si plus de 255 octets sont nécessaires pour représenter l'information d'égalisation, plusieurs éléments de type 4 PEUVENT être utilisés. Les données DOIVENT être traitées comme une concaténation d'octets, c'est-à-dire que le premier octet après le champ longueur du deuxième élément de type 4 est traité comme s'il suivait immédiatement le dernier octet du premier élément de type 4.

Les coefficients qui sont envoyés au CM peuvent être des coefficients d'un égaliseur de démodulateur CMTS tel que représenté à la Figure B.6-23 qui, après acquisition, ont des valeurs de recalage qui représentent la distorsion de canal. D'autres méthodes d'égalisation peuvent être conçues dans l'avenir. Dans ce cas, elles utiliseront une autre valeur de type afin de ne pas surcharger cet élément. Il s'agit là d'une question qui dépend spécifiquement du fournisseur et qui n'est pas décrite dans la présente annexe.

B.6.3.2.5.2 Exemple de données TLV

Un exemple de données TLV est fourni à la Figure B.6-24.

B.6.3.2.5.3 Changements de voie

Le message RNG-RSP permet au système CMTS d'appeler le modem à passer sur une nouvelle voie descendante ou montante et à répéter le télémesurage initial. Le CMTS ne peut cependant faire cela qu'en réponse à une demande initiale de télémesurage issue d'un modem qui tente d'entrer dans le réseau ou en réponse à l'une quelconque des demandes de télémesurage par unidiffusion qui sont émises immédiatement après ce télémesurage initial et cela jusqu'au moment où le modem termine normalement ses télémesurages périodiques. A partir de ce moment-là, seuls les mécanismes B.III.8.4 et UCC-REQ permettent de faire passer le modem sur une nouvelle voie montante, et seul le mécanisme B.III.8.3 permet de faire passer le modem sur une nouvelle voie descendante.

Si un changement de fréquence de voie descendante est spécifié dans le message RNG-RSP, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC et effectuer le télémesurage initial au moyen de la fréquence centrale de la voie descendante spécifiée comme première voie à explorer. Pour la voie montante, le modem peut choisir l'une quelconque des voies valides, sur la base des messages descripteurs UCD reçus.

Si un changement d'identificateur de voie montante est spécifié dans le message RNG-RSP, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC et effectuer le télémesurage initial en utilisant pour sa première tentative la voie montante spécifiée dans le message RNG-RSP et la même fréquence de voie descendante que lors de la réception de ce message.

Si le message RNG-RSP contient à la fois un changement de fréquence de voie descendante et un changement d'identificateur de voie montante, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC et effectuer le télémesurage initial en utilisant pour sa première tentative la fréquence de voie descendante et l'identificateur de voie montante spécifiés.

Noter que, lorsqu'un modem auquel un identificateur SID temporaire a été attribué est appelé à changer de voie descendante ou de voie montante puis à refaire le télémesurage initial, ce modem DOIT considérer l'identificateur SID temporaire comme ne lui étant plus attribué. Le modem DOIT refaire le télémesurage initial en utilisant l'identificateur SID zéro.

Les réglages du fichier de configuration (voir l'Appendice B.III.3) pour l'identificateur de voie montante et la fréquence de voie descendante sont facultatifs mais, si cela est spécifié dans le fichier de configuration, ils ont priorité sur les paramètres de réponse de télémétrie.

B.6.3.2.6 Demande d'enregistrement (REG-REQ)

Une demande d'enregistrement, ayant le format montré à la Figure B.6-25, DOIT être transmise par le CM au moment de l'initialisation après la réception d'un fichier de paramètres CM.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de messages qui suivent l'identificateur SID DOIVENT être codés sous la forme type/longueur/valeur. De nouveaux paramètres, qui ne peuvent être interprétés par tous les CMTS, PEUVENT être ajoutés en utilisant ce codage. Un CMTS qui ne reconnaît pas un type de paramètre DOIT simplement sauter ce paramètre mais ne DOIT PAS traiter l'événement comme une condition d'erreur.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

SID Identificateur SID d'initialisation pour le CM donné.

Réglages de configuration pour le modem donné

Tels que définis dans l'Appendice B.III:

- réglage de configuration de fréquence dans le sens descendant;
- réglage de configuration d'identificateur de voie montante;
- réglage de configuration d'accès réseau;
- réglage de configuration de classe de service;
- réglage de configuration des capacités du modem;
- adresse IP du modem;
- réglage de configuration de sécurisation de base.

NOTE – Le CM doit être capable de prendre en charge ces réglages de configuration.

Données spécifiques au fournisseur

Telles que définies dans l'Appendice B.III:

- réglage de configuration de l'identificateur de fournisseur (identificateur de fournisseur du CM);
- extensions spécifiques au fournisseur.

Vérification d'intégrité du message

Telle que définie dans l'Appendice B.III:

- réglage de configuration de la vérification MIC du CM;
- réglage de configuration de la vérification MIC du CMTS.

B.6.3.2.6.1 Codages

Les valeurs de type utilisées sont uniques dans le message de demande d'enregistrement mais pas dans la totalité de l'ensemble de messages MAC. Elles DOIVENT être telles que définies dans l'Appendice B.III.

NOTE – Le CM DOIT renvoyer les réglages de configuration spécifiques au fournisseur au CMTS dans l'ordre dans lequel ils sont reçus dans le fichier de configuration afin de permettre la réalisation de la vérification de l'intégrité du message.

B.6.3.2.6.2 Exemple

Un exemple de codages de valeurs de type est donné à la Figure B.6-26.

B.6.3.2.7 Réponse d'enregistrement (REG-RSP)

Une réponse d'enregistrement, ayant le format représenté à la Figure B.6-27, DOIT être transmise par le CMTS en réponse à une demande REG-REQ reçue.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de messages qui suivent l'identificateur SID DOIVENT être codés sous la forme type/longueur/valeur. De nouveaux paramètres, qui ne peuvent être interprétés par tous les CM, PEUVENT être ajoutés en utilisant ce codage. Un CM qui ne reconnaît pas un type de paramètre DOIT sauter ce paramètre mais ne DOIT PAS traiter l'événement comme une condition d'erreur.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

Identificateur SID de la demande REG-REQ	Identificateur SID de la demande REG-REQ à laquelle la réponse donnée se réfère.
Response	0 = ok 1 = défaut d'authentification 2 = défaut de classe de service
Modem Capabilities	Le CMTS répond aux capacités du modem.
Service Class Data	Retournées si la réponse = ok. Identificateur de service/tuple de classe de service pour chaque classe de service accordée.
Service Not Available	Retourné si réponse = défaut de classe de service. Si une classe de service ne peut être prise en charge, ce réglage de configuration est renvoyé à la place des données de classe de service. Si celui-ci est reçu, toute la demande d'enregistrement est considérée comme avoir échoué et doit être répétée.
Vendor-Specific Data	Telles que définies dans l'Appendice B.III: <ul style="list-style-type: none">• réglage de configuration de l'identificateur de fournisseur (identificateur de fournisseur du CMTS);• extensions spécifiques au fournisseur.

NOTE 1 – Les identificateurs de classe de service DOIVENT être ceux demandés dans la demande REG-REQ correspondante.

NOTE 2 – L'identificateur SID d'initialisation ne DOIT plus être utilisé une fois que la réponse REG-RSP est reçue.

B.6.3.2.7.1 Codages

Les valeurs de type DOIVENT être celles présentées ci-dessous. Celles-ci sont uniques dans le message de demande d'enregistrement mais pas dans la totalité de l'ensemble de messages MAC. Les champs type et longueur DOIVENT avoir une longueur de 1 octet chacun.

B.6.3.2.7.1.1 Capacités de modem

Ce champ définit la réponse CMTS au champ capacités de modem dans la demande d'enregistrement. Le CMTS répond aux capacités de modem pour indiquer si elles peuvent être utilisées. Si le CMTS ne reconnaît pas une capacité de modem, il doit retourner celle-ci comme "désactivée" dans la réponse d'enregistrement.

Seules les capacités réglées sur "activée" dans la demande REG-REQ peuvent être réglées sur "activée" dans la réponse REG-RSP étant donné qu'il s'agit de la prise de contact qui indique que la négociation a réussi.

Codages tels que définis pour la demande d'enregistrement.

B.6.3.2.7.1.2 Données de classe de service

Ce codage définit les paramètres associés à la classe de service demandée. Il est relativement complexe dans la mesure où il est composé d'un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés. Les champs encapsulés définissent les paramètres particuliers de classe de service pour la classe de service considérée. Il convient de noter que les champs de type ne sont valides qu'au sein de la chaîne de réglage de configuration de données de classe de service encapsulée. Un seul réglage de configuration de données de classe de service DOIT être utilisé pour définir les paramètres d'une seule classe de service. Les définitions de classes multiples DOIVENT utiliser des ensembles de réglages de configuration de données de classes de service multiples.

Type	Longueur	Valeur
1	n	données de classe de service codées

Codages de données de classe de service internes

Identificateur de classe

La valeur du champ DOIT spécifier l'identificateur pour la classe de service à laquelle la chaîne encapsulée s'applique. Il DOIT s'agir d'une classe demandée dans la demande REG-REQ associée.

Type	Longueur	Valeur
1	1	de la demande REG-REQ

Gamme valide

L'identificateur de classe DOIT s'inscrire dans une gamme comprise entre 1 et 16.

Identificateur de service

La valeur de ce champ DOIT spécifier l'identificateur SID associé à cette classe de service.

Type	Longueur	Valeur
2	2	SID

B.6.3.2.7.2 Exemple de codage de réponse d'enregistrement

Un exemple de codage de réponse d'enregistrement est fourni à la Figure B.6-28.

B.6.3.2.7.3 Exemple de codage de données de classe de service

Des exemples de codages de données de classe de service sont fournis au Tableau B.6-18.

Tableau B.6-18/J.112 – Exemples de codages de données de classe de service

Type	Longueur	Valeur (sous) type	Longueur	Valeur	Description
1	7				réglage de configuration de données de classe de service
		1	1	1	classe de service 1
		2	2	123	identificateur SID pour cette classe
1	7				réglage de configuration de données de classe de service
		1	1	2	classe de service 2
		2	2	244	identificateur SID pour cette classe
1	7				réglage de configuration de données de classe de service
		1	1	n	classe de service n
		2	2	345	identificateur SID pour cette classe

B.6.3.2.8 Demande de changement de voie montante (UCC-REQ)

Une demande de changement de voie montante PEUT être transmise par un CMTS pour changer la voie montante de transmission d'un CM. Le format d'un message UCC-REQ est illustré à la Figure B.6-29.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

Upstream channel ID Identificateur de la voie montante sur laquelle le CM doit basculer pour les transmissions dans le sens montant. Il s'agit d'un champ de 8 bits.

B.6.3.2.9 Réponse de changement de voie montante (UCC-RSP)

Une réponse de changement de voie montante DOIT être transmise par un CM en réponse à un message de demande de changement de voie montante reçu afin d'indiquer qu'il l'a reçu et se conforme à la demande UCC-REQ. Le format d'un message UCC-RSP est illustré à la Figure B.6-30.

Avant de basculer vers une nouvelle voie montante, un CM DOIT transmettre une réponse UCC-RSP sur sa voie montante existante. Un CM PEUT ignorer un message UCC-REQ pendant qu'il est en train de réaliser un changement de voie. Si un CM reçoit un message UCC-REQ qui lui demande de basculer vers une voie montante qu'il utilise déjà, le CM DOIT répondre par un message UCC-RSP sur cette voie afin d'indiquer qu'il utilise déjà la bonne voie.

Afin de basculer vers une nouvelle voie montante, un CM doit commencer une nouvelle procédure de télémétrie pour cette voie, et continuer à fonctionner sans nouvel enregistrement une fois que la télémétrie est terminée. La procédure complète de changement de voie est décrite au B.7.2.16.

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

Upstream channel ID Identificateur de la voie montante vers laquelle le CM doit basculer pour les transmissions dans le sens montant. Il s'agit du même identificateur de voie que dans le message de demande UCC-REQ. Il s'agit d'un champ de 8 bits.

B.6.4 Attribution de largeur de bande dans le sens montant

La voie montante est modélisée en flux de mini-intervalles. Le CMTS DOIT produire la référence de temps pour identifier ces intervalles. Il DOIT également commander l'accès des câblo-modems à ces intervalles. Il PEUT, par exemple, accorder un certain nombre d'intervalles à un CM pour que celui-ci y transmette une unité PDU de données. Le CM DOIT synchroniser sa transmission de sorte que le CMTS la reçoive dans la référence de temps spécifiée. Le présent sous-paragraphe décrit les éléments de protocole utilisés pour demander, accorder et utiliser la largeur de bande dans le sens montant. Le mécanisme de base de gestion de l'attribution de largeur de bande est la table de mappage d'attribution. Voir la Figure B.6-31.

La table de mappage d'attribution est un message de gestion MAC transmis par le CMTS sur la voie descendante qui décrit, pour un intervalle donné, les utilisations auxquelles les mini-intervalles montants DOIVENT être attribués. Une table de mappage donnée PEUT décrire certains intervalles comme des attributions à des stations particulières pour la transmission de données, d'autres intervalles comme disponibles pour la transmission en mode contention et encore d'autres intervalles comme une possibilité offerte à de nouvelles stations de se joindre à la liaison.

De nombreux algorithmes de programmation différents PEUVENT être implémentés dans le CMTS par les différents fournisseurs; la présente spécification n'impose pas un algorithme particulier. En revanche, elle décrit les éléments de protocole par lesquels la largeur de bande est demandée et accordée.

L'attribution de largeur de bande DOIT comprendre les éléments de base suivants:

- chaque CM a un ou plusieurs identificateurs de service courts (14 bits) ainsi qu'une adresse de 48 bits;
- la largeur de bande dans le sens montant est répartie en un flux de mini-intervalles. Chaque mini-intervalle est numéroté par rapport à une référence commune tenue par le CMTS. Les informations de synchronisation sont distribuées aux CM par le biais de paquets SYNC;
- les CM PEUVENT formuler des demandes de largeur de bande dans le sens montant au CMTS.

Le CMTS DOIT transmettre des unités PDU de table de mappage d'attribution sur la voie descendante afin de définir l'utilisation autorisée pour chaque mini-intervalle. La table de mappage est décrite ci-dessous.

B.6.4.1 Message de gestion MAC de mappage d'attribution

La table de mappage est un message de gestion MAC de longueur variable qui est transmis par le CMTS afin de définir les possibilités de transmission sur la voie montante. Il comprend un en-tête de longueur fixe suivi d'un nombre variable d'éléments d'information (IE) qui ont le format donné au B.6.3.2.3. Chaque élément d'information définit l'utilisation autorisée d'une gamme de mini-intervalles.

Noter que le CM comme le CMTS doivent partir du principe que les (26-M) bits inférieurs des éléments paramètres Alloc start time et Ack time DOIVENT être utilisés pour les temps réels de démarrage/détection dans les tables MAP, où M est une valeur définie au B.6.3.2.2. La relation entre les compteurs de temps de démarrage/détection et le compteur de marqueurs temporels est décrite plus précisément au B.6.5.4.

B.6.4.1.1 Eléments d'information

Chaque élément IE est constitué d'un identificateur de service de 14 bits, d'un code de type de 4 bits et d'un décalage de début tel que défini au B.6.3.2.3. Etant donné que toutes les stations DOIVENT examiner tous les éléments IE, il est important que ces éléments IE soient d'un format court et relativement fixe. Au sein de la table de mappage, les éléments IE sont ordonnés de manière stricte par le décalage de début. Dans la majorité des cas, la durée décrite dans l'élément IE est déduite de la différence entre le décalage de début de l'élément IE et celui de l'élément IE suivant. Pour cette raison, un élément IE nul DOIT terminer la liste. Voir le Tableau B.6-16.

Quatre types d'identificateurs de service sont définis:

- 1) 0x3FFF – Diffusion, destiné à toutes les stations.
- 2) 0x2000-0x3FFE – Multidiffusion, l'objet est défini de manière administrative. Voir l'Appendice B.I.
- 3) 0x0001-0x1FFF – Monodiffusion, destiné à un CM particulier ou à un service particulier au sein de ce CM.
- 4) 0x0000 – Adresse nulle, adressée à aucune station.

Les types d'éléments d'information qui DOIVENT être pris en charge sont définis ci-dessous.

B.6.4.1.1.1 Elément IE de demande

L'élément IE de demande fournit un intervalle montant dans lequel une demande de largeur de bande pour transmission de données dans le sens montant PEUT être formulée. Les caractéristiques de cet élément IE varient en fonction de la classe d'identificateur de service. En cas de diffusion, il s'agit d'une invitation aux CM de formuler leurs demandes. Le sous-paragraphe B.6.4.4 décrit la méthode de résolution des conflits qui peut être utilisée. En cas de monodiffusion, il s'agit d'une invitation à un CM particulier de faire une demande de largeur de bande. Les monodiffusions PEUVENT être utilisées comme une partie de mise en œuvre de classe de service (voir ci-dessous). Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format d'en-tête MAC de demande (voir B.6.2.5.3).

B.6.4.1.1.2 Elément IE de demande/données

L'élément IE de demande/données fournit un intervalle montant dans lequel des demandes de largeur de bande ou des paquets de données courts PEUVENT être transmis. Cet élément IE se distingue de l'élément IE de demande par le fait que:

- il fournit un moyen par lequel les algorithmes d'attribution PEUVENT traiter des contentions de données "immédiates" à faible charge, et un moyen d'éliminer cette possibilité lorsque la charge du réseau augmente;

- des identificateurs de service de multidiffusion DOIVENT être utilisés pour spécifier la longueur de données maximale, ainsi que les points de début aléatoires autorisés dans l'intervalle. Par exemple, un identificateur de multidiffusion particulier PEUT spécifier un maximum de 64 octets par paquet de données, avec des points de début aléatoires tous les quatrièmes intervalles.

Un petit nombre d'identificateurs de service communément admis sont définis dans l'Appendice B.I. D'autres sont disponibles pour des algorithmes spécifiques aux fournisseurs.

Etant donné que les paquets de données transmis dans cet intervalle peuvent entrer en collision, le CMTS DOIT accuser réception de tout paquet reçu avec succès. Le paquet de données DOIT indiquer dans l'en-tête MAC qu'un accusé de réception de données est souhaité (voir le Tableau B.6-12).

B.6.4.1.1.3 Elément IE de maintenance initiale

L'élément IE de maintenance initiale fournit un intervalle par lequel les nouvelles stations peuvent se joindre au réseau. Un intervalle long, équivalant au temps de propagation aller et retour maximal plus le temps de transmission du message de demande de télémétrie (RNG-REQ) (voir B.6.3.2.4), DOIT être fourni afin de permettre aux nouvelles stations de réaliser la télémétrie initiale.

Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format de message de gestion MAC RNG-REQ (voir B.6.3.2.4).

B.6.4.1.1.4 Elément IE de maintenance de station

L'élément IE de maintenance de station fournit un intervalle pendant lequel il est prévu que les stations réalisent certaines parties de la maintenance réseau de routine telles que la télémétrie et l'ajustement de puissance. Le CMTS PEUT demander à un CM particulier de réaliser certaines tâches associées à la maintenance réseau, telles que l'ajustement périodique de la puissance de transmission. Dans ce cas, l'élément IE de maintenance de station est monodiffusé afin de fournir la largeur de bande nécessaire dans le sens montant pour réaliser cette tâche. Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format de message de gestion MAC RNG-REQ (voir B.6.3.2.4).

B.6.4.1.1.5 Elément IE d'attribution de données courtes et longues

L'élément IE d'attribution de données offre la possibilité à un CM de transmettre une ou plusieurs unités PDU dans le sens montant. Ces éléments IE PEUVENT également être utilisés avec une longueur inférée de zéro mini-intervalles (soit une attribution de longueur nulle) pour indiquer qu'une demande a été reçue et qu'elle est en attente (soit une attribution de données en instance). Cet élément IE est envoyé soit en réponse à une demande d'une station, ou en raison d'une politique administrative qui assure une certaine quantité de largeur de bande à une station particulière (voir explication de classe de service ci-dessous).

Les attributions de données courtes sont utilisées avec des intervalles inférieurs ou égaux à la taille maximale de rafale pour l'utilisation spécifiée dans le descripteur de voie montante. Si des rafales de données courtes sont définies dans le descripteur UCD, toutes les attributions de données longues DOIVENT contenir un nombre supérieur de mini-intervalles au maximum spécifié pour les données courtes. La distinction entre attribution de données longues et courtes peut être exploitée par le codage de correction d'erreur directe de la couche Physique; sinon elle n'a aucune importance pour le procédé d'attribution de largeur de bande.

Si cet élément IE est une attribution de données en instance (soit une attribution de longueur nulle), il DOIT suivre toutes les attributions de données réelles (attributions de longueurs non nulles). Cela permet aux câblo-modems de traiter les attributions d'intervalles actuelles en premier, avant de chercher des accusés de réception de demande et des accusés de réception de données dans la table de mappage.

B.6.4.1.1.6 Elément IE d'accusé de réception de données

L'élément IE d'accusé de réception de données accuse réception quand une unité PDU de données est reçue. Le CM DOIT avoir demandé cet accusé de réception dans l'unité PDU de données (normalement ceci se fait pour des unités PDU de données transmises dans un intervalle contention afin de déceler des collisions).

Cet élément IE DOIT suivre tous les éléments IE d'intervalle non nuls. Ceci permet aux câblo-modems de traiter les attributions d'intervalles actuelles en premier, avant de chercher des accusés de réception de demande et des accusés de réception de données dans la table de mappage.

B.6.4.1.1.7 Elément IE d'extension

L'élément IE d'extension permet des extensions lorsque plus de 16 points de code ou 32 bits sont nécessaires pour de futurs éléments IE.

B.6.4.1.1.8 Élément IE nul

Un élément IE nul termine toutes les attributions actuelles dans la liste d'éléments IE. Il est utilisé pour déduire une longueur pour le dernier intervalle. Tous les accusés de réception de données et toutes les attributions de données nulles suivent l'élément IE nul.

B.6.4.1.2 Demandes

Un seul type de demande dans le sens montant est inhérent au protocole d'attribution: une demande de largeur de bande dans le sens montant. Cette demande PEUT être transmise à tout moment dès lors que les demandes ou les unités PDU de données sont autorisées pour cette station particulière. Elle PEUT être transmise pendant un intervalle décrit par l'un des éléments suivants:

- un élément IE de demande;
- un élément IE de demande/données;
- un élément IE d'attribution de données.

Elle peut, en outre, être superposée⁵ à la transmission de données. La demande comprend:

- l'identificateur de service qui formule la demande;
- le nombre demandé de mini-intervalles ou de cellules ATM.

Le nombre de mini-intervalles demandés par le CM DOIT être le nombre total souhaité par le CM au moment de la demande (y compris toute redondance de couche Physique)⁶. Il peut être soumis à des limitations administratives⁷. Le CM DOIT demander un nombre de mini-intervalles qui correspond à un ou plusieurs paquets complets. Un CM qui ne réalise pas de concaténation DOIT demander uniquement le nombre de mini-intervalles nécessaires pour une trame MAC dans une demande. Si, pour une raison quelconque, une demande précédente n'a pas été satisfaite au moment où le CM formule une nouvelle demande, il DOIT inclure le nombre d'intervalles de l'ancienne demande dans le nouveau total. Il convient de noter que seule une demande (par identificateur de service) à la fois peut être en attente. Etant donné que le CMTS DOIT continuer à envoyer des attributions nulles aussi longtemps qu'une demande n'est pas satisfaite, le CM peut déterminer de manière univoque si sa demande est encore en attente.

Le nombre de mini-intervalles qui peuvent être demandés en une seule fois, soit globalement ou par identificateur de service, PEUT être soumis à des limitations administratives. La limite globale est configurée comme étant la taille maximale de rafale de transmission.

B.6.4.2 Transmission et synchronisation de la table de mappage

La table de mappage DOIT être transmise suffisamment tôt pour pouvoir se propager par les câbles physiques et être reçue et traitée par les CM qui la reçoivent. Pour cela, elle PEUT être transmise beaucoup plus tôt que son heure effective. Les composantes du retard sont:

- temps de propagation aller et retour dans le cas le plus défavorable – Peut être spécifique au réseau, mais est de l'ordre de grandeur de centaines de microsecondes;
- temps de file d'attente dans le CMTS – Spécifique à l'application;
- temps de traitement dans les CM – DOIT permettre un minimum de temps de traitement dans chaque CM tel que spécifié dans l'Appendice B.II (Temps de traitement de la table MAP par le CM);
- entrelacement FEC de la couche PMD.

Dans la limite de ces contraintes, les fournisseurs PEUVENT souhaiter réduire les retards au minimum afin de réduire les temps de passage pour l'accès à la voie montante.

Le nombre de mini-intervalles décrits PEUT varier d'une table de mappage à l'autre. Au minimum, une table de mappage PEUT décrire un seul mini-intervalle. Ceci représenterait une perte de largeur de bande dans le sens descendant et de temps de traitement dans les CM. Au maximum, une table de mappage PEUT s'étendre à des dizaines de millisecondes. Une telle table de mappage résulterait en de longs temps de passage dans le sens montant. Les algorithmes d'attribution PEUVENT modifier la taille des tables de mappage au fur et à mesure afin d'équilibrer l'utilisation du réseau et le temps de passage avec différentes charges de transmission.

⁵ Quand elles sont superposées, ces valeurs sont acheminées dans l'en-tête étendu (sous-paragraphe B.6.2.6, EH_TYPE = 1).

⁶ La redondance de couche Physique qui DOIT être prise en compte dans une demande comprend: la bande de garde, le préambule et la correction FEC, qui dépendent du profil des rafales.

⁷ Le CM est limité par la rafale de transmission maximale pour la classe de service, telle que définie dans l'Appendice B.III.

Au minimum, une table de mappage DOIT contenir deux éléments d'information: l'un pour décrire un intervalle et un élément IE nul pour terminer la liste. Au maximum, la table de mappage DOIT être limitée à 240 éléments d'information. Les tables de mappage sont également limitées dans la mesure où elles ne DOIVENT PAS décrire plus de 4096 mini-intervalles dans l'avenir. Cette dernière limite est destinée à limiter le nombre de futurs mini-intervalles que chaque CM doit détecter. Même si plusieurs tables de mappage peuvent être en attente, la somme du nombre de mini-intervalles qu'elles décrivent ne DOIT PAS dépasser 4096.

L'ensemble de toutes les tables de mappage DOIT décrire chaque mini-intervalle dans la voie montante. Si un CM n'arrive pas à réceptionner une table de mappage qui décrit un intervalle particulier, il ne DOIT PAS transmettre pendant cet intervalle.

Plusieurs tables de mappage PEUVENT être en attente en même temps.

B.6.4.3 Exemple de protocole

Le présent sous-paragraphe décrit l'échange entre le CM et le CMTS lorsque le CM a des données à transmettre (voir la Figure B.6-32). Supposons qu'un CM donné dispose d'une unité PDU de données pour la transmission.

Description

- 1) A un moment t_1 , le CMTS transmet une table de mappage dont l'heure de début effective est t_3 . Cette table de mappage contient un élément IE de demande qui commence à t_5 . La différence entre t_1 et t_3 est nécessaire pour tenir compte:
 - du temps de propagation dans le sens descendant (y compris l'entrelacement de corrections FEC) et de permettre aux CM de recevoir la table de mappage;
 - du temps de traitement dans les CM (permet aux CM d'analyser la table de mappage et de la traduire en opportunités de transmission);
 - du temps de propagation dans le sens montant (afin de permettre à la transmission des premières données montantes du CM d'arriver au CMTS au moment t_3).
- 2) Au temps t_2 , le CM reçoit cette table de mappage et y cherche les possibilités demandées. Afin de réduire au minimum les collisions de demandes, il calcule t_6 comme décalage aléatoire fondé sur la valeur de début d'attente de données figurant dans la table de mappage la plus récente (voir B.6.4.4, ainsi que les définitions d'identificateur SID de multidiffusion dans B.I.2).
- 3) Au temps t_4 , le CM transmet une demande du nombre de mini-intervalles nécessaires pour l'unité PDU. Le temps t_4 est choisi en fonction du décalage de télémétrie (voir B.6.3.2.5) de manière que la demande arrive au CMTS au temps t_6 .
- 4) Au temps t_6 , le CMTS reçoit la demande et la programme dans la prochaine table de mappage. (Le choix des demandes à accorder varie en fonction de la classe de service demandée, de toute demande en concurrence et de l'algorithme utilisé par le CMTS.)
- 5) Au temps t_7 , le CMTS transmet une table de mappage dont l'heure de début effective est t_9 . Dans cette table de mappage, une attribution de données pour le CM commence à t_{11} .
- 6) Au temps t_8 , le CM reçoit la table de mappage et y cherche son attribution de données.
- 7) Au temps t_{10} , le CM transmet son unité PDU de données pour qu'elle arrive au CMTS au temps t_{11} . Le temps t_{10} est calculé à partir du décalage de télémétrie de la même manière qu'à l'étape 3).

Les étapes 1) et 2) ne contribuent pas nécessairement au temps de passage d'accès si les CM tiennent régulièrement une liste de possibilités de demande.

A l'étape 3), la demande peut entrer en collision avec les demandes d'autres CM et être perdue. Le CMTS ne détecte pas directement les collisions. Le CM détermine qu'une collision (ou un défaut de réception) a eu lieu lorsque la table de mappage suivante ne contient pas d'accusé de réception de la demande. Le CM DOIT alors réaliser un algorithme d'attente et faire un nouvel essai.

A l'étape 4), le programmeur CMTS PEUT ne pas réussir à répondre à la demande dans la table de mappage suivante. Dans ce cas, il DOIT répondre par une attribution de longueur zéro dans cette table de mappage. On doit rejeter la demande en n'accordant aucune attribution. Il DOIT continuer à envoyer des attributions de longueur zéro dans toutes les tables de mappage suivantes jusqu'à ce que la demande puisse être acceptée ou refusée. Ceci DOIT signaler au CM que la demande est toujours en attente. Aussi longtemps que le CM reçoit des attributions de longueur zéro, il ne DOIT PAS formuler de nouvelles demandes pour cette file d'attente de service.

B.6.4.4 Résolution de contention

Le CMTS commande les attributions dans la voie montante par la table MAP et détermine les mini-intervalles susceptibles d'entrer en collision. Le CMTS PEUT autoriser des collisions soit pour les unités PDU de données ou pour les demandes.

La méthode obligatoire de résolution de contention qui DOIT être assurée est fondée sur une attente exponentielle binaire tronquée, avec la fenêtre d'attente initiale et la fenêtre d'attente maximale commandées par le CMTS. Les valeurs sont spécifiées comme une partie du message MAC de mappage d'attribution de largeur de bande (MAP) et représentent une valeur de puissance de deux. Par exemple, une valeur de quatre indique une fenêtre comprise entre 0 et 15 et une valeur de 10 une fenêtre comprise entre 0 et 1023.

Lorsqu'un CM a des informations à envoyer et souhaite commencer un procédé de résolution de contention, il règle sa fenêtre d'attente interne sur le début d'attente de données défini dans la table MAP en cours.

Le CM DOIT sélectionner de manière aléatoire un nombre dans sa fenêtre d'attente. Cette valeur aléatoire indique le nombre de possibilités de transmission en mode contention que le CM DOIT laisser passer avant de transmettre. Un CM ne DOIT considérer que les possibilités de transmission en mode contention pour lesquelles la transmission considérée aurait été admissible. Celles-ci sont définies soit par les éléments IE de demande ou par les éléments IE de demande/données contenus dans la table MAP.

NOTE 1 – Chaque élément IE peut représenter plusieurs possibilités de transmission.

Par exemple, un CM dont la fenêtre d'attente initiale est comprise entre 0 et 15 et qui sélectionne un nombre aléatoire de 11 doit laisser passer 11 possibilités de transmission en mode contention. Si le premier élément IE de demande disponible est destiné à 6 demandes, le CM ne l'utilise pas et doit laisser passer 5 autres possibilités. Si l'élément IE de demande suivant est destiné à 2 demandes, le CM doit encore laisser passer 3 possibilités. Si le troisième élément IE de demande est destiné à 8 demandes, le CM transmet à la quatrième demande, après avoir laissé passer encore 3 possibilités.

Après une transmission en mode contention, le CM attend une attribution de données (attribution de données en attente) ou un accusé de réception dans une table MAP suivante. Une fois que l'un ou l'autre est reçu, la résolution de contention est terminée. Le CM détermine que la transmission en mode contention a été perdue lorsqu'il trouve une table MAP sans attribution de données (attribution de données en attente) ou accusé de réception dont la valeur "Ack time" est plus récente que le moment de transmission. Le CM DOIT alors augmenter sa fenêtre d'attente d'un facteur de deux, à condition qu'elle soit inférieure à la fenêtre d'attente maximale. Le CM DOIT sélectionner un nombre aléatoire dans sa nouvelle fenêtre d'attente et répéter le procédé d'attente décrit ci-dessus.

Ce procédé de répétition se poursuit jusqu'à ce que le nombre maximal de répétitions (16) soit atteint, auquel moment l'unité PDU DOIT être éliminée.

NOTE 2 – Le nombre maximal de répétitions est indépendant des fenêtres d'attente initiale et maximale définies par le CMTS.

Si le CM reçoit une demande ou une attribution de données monodiffusée à un quelconque moment alors qu'il attend cet identificateur SID, il DOIT interrompre le procédé de résolution de contention et utiliser la possibilité de transmission explicite.

Le CMTS dispose d'une grande flexibilité dans la commande de la résolution de contention. D'une part, le CMTS PEUT choisir de configurer le début et la fin de l'attente de données de manière à émuler une attente de style Ethernet avec la simplicité et la décentralisation associées, mais également ses caractéristiques d'égalité et d'efficacité. Cela sera réalisé par réglage de valeur initiale = 0 et de valeur maximale = 10 dans la table MAP. A l'autre extrémité, le CMTS PEUT régler à l'identique le début et la fin d'attente de données et réaliser des mises à jour fréquentes de ces valeurs dans la table MAP, de façon que tous les modems CM utilisent la même fenêtre d'attente, si possible la meilleure.

Une opportunité d'émission est définie comme étant un mini-intervalle dans lequel un CM a la possibilité de commencer à émettre. Les opportunités d'émission s'appliquent normalement aux opportunités de contention et servent à calculer la longueur maximale qui doit être retardée dans le processus de résolution de contention.

Le nombre d'opportunités d'émission associées à un élément d'information particulier d'une table MAP dépend de la taille totale de la région ainsi que de la longueur admissible d'une émission individuelle. Soit par exemple un élément d'information REQ qui définit une région de 12 mini-intervalles. Si le descripteur UCD définit un élément REQ qui s'insère dans un seul mini-intervalle, 12 opportunités d'émission sont associées à cet élément d'information REQ, soit une par mini-intervalle. Si le descripteur UCD définit un élément REQ qui s'insère dans deux mini-intervalles, il y a six opportunités d'émission et un élément REQ peut commencer dans un mini-intervalle sur deux.

Dans un autre exemple, un élément d'information REQ/Data définit une région de 24 mini-intervalles. S'il est émis avec un identificateur SID de 0x3FF4 (voir l'Appendice B.I), un CM peut théoriquement commencer une émission dans un mini-intervalle sur quatre. Cet élément d'information contient donc un total de six opportunités d'émission (TX OP). De même, un SID de 0x3FF6 implique quatre opportunités TX OP; un SID de 0x3FF8 implique trois opportunités TX OP et un SID de 0x3FFC implique deux opportunités TX OP.

Pour un élément d'information de maintenance initiale, un CM DOIT commencer son émission dans le premier mini-intervalle de la région: il possède donc une seule opportunité d'émission. Le reste de la région sert à compenser les temps d'aller et retour depuis que le CM n'a pas été télémessuré.

Les éléments d'information maintenance de station, attribution de données courtes et attribution de données longues sont spécifiés pour la monodiffusion et ne sont donc PAS normalement associés aux opportunités d'émission en contention. Ils représentent une unique opportunité d'émission spécialisée ou fondée sur une réservation.

En résumé (voir le Tableau B.6-19).

Tableau B.6-19/J.112 – Opportunités d'émission

Intervalle	Type d'identificateur SID	Opportunité d'émission
Demande	Diffusion	# mini-intervalles requis pour une demande
Demande	Multidiffusion	# mini-intervalles requis pour une demande
Demande/données	Diffusion	Non autorisé
Demande/données	Multidiffusion annoncée	Comme défini par le SID dans l'Appendice B.I
Demande/données	Multidiffusion	Algorithmes propres au vendeur
Maintenance initiale	Diffusion	Opportunité d'émission constituée d'un intervalle entier
Maintenance initiale	Multidiffusion	Opportunité d'émission constituée d'un intervalle entier

B.6.4.5 Comportement du CM

Les règles suivantes régissent les réactions qu'un CM peut avoir lorsqu'il traite les tables de mappage:

- 1) Un CM DOIT avant tout utiliser les attributions qui lui sont affectées. Le CM DOIT ensuite utiliser toute demande REQ qui lui est monodiffusée. Finalement, le CM DOIT utiliser les éléments IE suivants disponibles de demande ou de demande/données diffusés/multidiffusés pour lesquels il est admissible.
- 2) Une seule demande à la fois peut être en attente pour un identificateur de service particulier.
- 3) Si un CM a une demande en attente, il ne DOIT PAS utiliser d'intervalles en mode contention survenant entre-temps pour cet identificateur de service.

B.6.4.6 Prise en charge de voies multiples

Les fournisseurs PEUVENT proposer différentes combinaisons de voies montantes et descendantes au sein d'un point d'accès au service MAC. Le protocole d'attribution de largeur de bande dans le sens montant permet de gérer plusieurs voies montantes par une ou plusieurs voies descendantes.

Si plusieurs voies montantes sont associées à une seule voie descendante, le CMTS DOIT envoyer une table de mappage d'attribution par voie montante. L'identificateur de voie de la table de mappage, pris avec le message de descripteur de voie montante (voir B.6.3.2.2), DOIT spécifier à quelle voie chaque table de mappage s'applique. Il n'est pas prescrit de synchroniser les tables de mappage pour toutes les voies. L'Appendice B.VII fournit un exemple.

Si plusieurs voies descendantes sont associées à une seule voie montante, le CMTS DOIT s'assurer que la table de mappage d'attribution est bien reçue par tous les CM. Cela signifie que si des CM sont associés à une voie descendante particulière, la table de mappage DOIT être transmise sur cette voie. Ceci PEUT nécessiter la transmission de plusieurs copies de la même table de mappage. La référence d'intervalle dans l'en-tête de mappage DOIT toujours être relative à la référence de synchronisation de la voie descendante sur laquelle elle est transmise.

Si plusieurs voies descendantes sont associées à plusieurs voies montantes, il PEUT s'avérer nécessaire que le CMTS transmette plusieurs copies des différentes tables de mappage afin de s'assurer que toutes les voies montantes sont affectées et que tous les CM ont reçu les tables de mappage nécessaires.

B.6.4.7 Classes de service

La présente spécification ne fournit pas de classes de service explicites, mais permet aux fournisseurs de fournir une variété de types de service.

Le présent sous-paragraphe illustre la manière dont les mécanismes disponibles peuvent être utilisés pour assurer la prise en charge des classes de service définies dans [RFC-1633] "Services intégrés dans l'architecture Internet: aperçu général".

[RFC-1633] divise les applications en applications souples qui attendent toujours l'arrivée des données et en applications non souples pour lesquelles les données doivent arriver dans une certaine tranche de temps pour être utiles.

Dans la catégorie non souple, des sous-divisiones supplémentaires peuvent être définies:

- sans tolérance de retard – les données doivent arriver dans un délai limite absolument fiable;
- avec tolérance de retard – les données doivent arriver dans un délai limite relativement, mais pas totalement, fiable.

Dans la catégorie souple, on distingue les types d'applications suivants:

- rafale interactive;
- masse interactive.

Il convient que le modèle de service soit capable de prendre en charge les deux types d'applications non souples et d'assurer pour les applications interactives souples des retards inférieurs à ceux des applications souples de masse.

Non souple, sans tolérance de retard – Le CMTS fournit, tous les N mini-intervalles, une attribution de données de taille fixe à un identificateur de service configuré. Cet identificateur de service PEUT être attribué à toutes les transmissions d'un CM ou ne PEUT être utilisé que pour un service particulier au sein de ce CM.

Non souple, avec tolérance de retard – Périodiquement, le CMTS fournit un élément IE de demande monodiffusé à un identificateur de service configuré. Il attribue alors des demandes fondées sur les valeurs négociées de variation de retard, largeur de bande et autres. Le CM dispose d'un accès garanti pour formuler des demandes et l'algorithme de programmation du CMTS fournit des services négociés. En alternative, un débit minimal de négociation de service PEUT être assuré de la même manière que le traitement des transmissions sans tolérance de retard.

Prise en charge d'application souple – Assurée par une stratégie de service contention/FIFO, dans laquelle les CM sont en concurrence pour les intervalles de demandes, et le CMTS répond au fur et à mesure que les demandes arrivent. Des priorités de service peuvent autoriser des retards différents entre les applications interactives et de masse.

B.6.4.7.1 Partage de ressources

Afin de prendre en charge des systèmes de terminaison multiples qui partagent les mêmes liaisons montantes et descendantes, il est nécessaire de fournir des mécanismes de partage de ressources pour la largeur de bande de liaison. Quelques exemples sont fournis ci-dessous:

Retour d'utilisation de liaison assuré implicitement par contention et par l'algorithme de programmation du CMTS de sorte qu'aucune notification d'encombrement explicite ne soit nécessaire.

Débit minimal garanti peut être assuré de manière très semblable à la prise en charge d'applications non souples avec tolérance de retard.

Débit maximal garanti PEUT être assuré par de nombreux mécanismes de mise en œuvre, y compris l'algorithme d'attribution du CMTS et limitation dans le CM.

Des priorités de service doivent être mises en œuvre en appliquant différents critères de service aux différents identificateurs de service. Il est prévu qu'un CM PEUT avoir plusieurs identificateurs de service, chacun correspondant à une classe de service particulière. Les différents services proposés PEUVENT varier d'un fournisseur à l'autre.

Une contention limitée à une classe de service PEUT être obtenue avec des éléments IE de demande et de demande/données multidiffusés. La création de tels groupes de multidiffusion est spécifique aux fournisseurs.

B.6.5 Temporalisation et synchronisation

L'un des principaux défis posés par la définition d'un protocole MAC pour un réseau câblé est de tenir compte des temps de propagation importants impliqués. L'ordre de grandeur de ces temps de propagation est supérieur aux temps de rafale de transmission dans le sens montant. Pour compenser ces temps de propagation, le câblo-modem DOIT pouvoir synchroniser ses transmissions de manière précise de sorte qu'elles arrivent au CMTS au début du mini-intervalle attribué.

A cet effet, chaque câblo-modem nécessite deux informations:

- une référence de synchronisation universelle envoyée par le CMTS dans le sens descendant à tous les câblo-modems;
- un décalage de synchronisation, calculé pendant le procédé de télémétrie pour chaque câblo-modem.

B.6.5.1 Référence de synchronisation universelle

Le CMTS DOIT créer une référence de synchronisation universelle en transmettant le message de gestion MAC de synchronisation d'horloge (SYNC) dans le sens descendant à une fréquence nominale. Le message contient un horodateur qui identifie exactement le moment auquel le CMTS a transmis le message. Les câblo-modems DOIVENT ensuite comparer l'heure réelle à laquelle le message a été reçu avec l'horodateur et ajuster leurs références d'horloge locale de manière correspondante.

La sous-couche de convergence de transmission doit fonctionner en étroite collaboration avec la sous-couche MAC afin de fournir un horodateur précis pour le message SYNC. Comme indiqué au sous-paragraphe relatif à la télémétrie (voir B.6.5.3), le modèle part de l'hypothèse que les retards de synchronisation dans le reste de la couche Physique DOIVENT être relativement constants. Toute variation des retards PHY DOIT être prise en compte dans l'intervalle de garde de la redondance PHY.

Il est prévu que l'intervalle nominal entre messages SYNC soit de plusieurs dizaines de millisecondes. Ceci impose un surdébit très faible dans le sens descendant tout en laissant les câblo-modems acquérir leur synchronisation de temporalisation universelle rapidement.

B.6.5.2 Acquisition de voie du CM

Les câblo-modems ne DOIVENT PAS utiliser la voie montante avant d'être synchronisés correctement par rapport au sens descendant.

Le câblo-modem DOIT tout d'abord établir une synchronisation de la sous-couche PMD. Ceci implique qu'il est verrouillé sur la bonne fréquence, qu'il a égalisé la voie descendante, qu'il a récupéré tout verrouillage de trame de sous-couche PMD et que la correction FEC est opérationnelle (voir B.7.2.2). A ce niveau, un flux binaire valide est envoyé à la sous-couche de convergence de transmission. La sous-couche de convergence de transmission réalise sa propre synchronisation (voir B.5). Après avoir détecté l'identificateur PID MCNS communément admis, avec l'indicateur de début d'unité de capacité utile conformément à la Recommandation [UIT-T H.222.0], il achemine la trame MAC vers la sous-couche MAC.

La sous-couche MAC DOIT alors chercher les messages de gestion MAC de synchronisation de temporalisation (SYNC). Le câblo-modem atteint la synchronisation MAC une fois qu'il a reçu au moins deux messages SYNC et qu'il a vérifié que sa tolérance d'horloge est conforme aux limites spécifiées.

Un câblo-modem reste à l'état "SYNC" aussi longtemps qu'il continue à recevoir correctement les messages de synchronisation. Si l'intervalle de synchronisation perdue (voir l'Appendice B.II) s'est écoulé sans message de synchronisation valide, un câblo-modem ne DOIT PAS utiliser la voie montante et DOIT tenter d'établir une nouvelle synchronisation.

B.6.5.3 Télémétrie

La télémétrie est le procédé d'acquisition du décalage de synchronisation correct permettant d'aligner les transmissions du câble-modem sur la bonne frontière de mini-intervalle. Les retards de synchronisation à travers la couche PHY DOIVENT être relativement constants. Toute variation des retards PHY DOIT être prise en compte dans l'intervalle de garde de la redondance de sous-couche PMD dans le sens montant.

Un câble-modem DOIT tout d'abord se synchroniser par rapport au sens descendant et apprendre les caractéristiques de voie montante par le message de gestion MAC de descripteur de voie montante. A ce niveau, le câble-modem DOIT examiner le message MAP d'attribution de largeur de bande pour trouver une région de maintenance initiale. Voir B.6.4.1.1.4. Le CMTS DOIT créer une région de maintenance de station suffisamment grande pour tenir compte des variations de temps de propagation entre deux CM.

Le câble-modem DOIT formuler un message de demande de télémétrie à envoyer à la région de maintenance initiale. Le champ SID DOIT être forcé à la valeur (zéro) de CM non initialisé.

La télémétrie ajuste le décalage de synchronisation de chaque CM pour qu'il apparaisse juste à côté du CMTS. Le CM DOIT régler son décalage de synchronisation initial à une valeur de retard interne fixe qui équivaut à positionner le CM juste à côté du CMTS. Cette valeur tient compte du retard introduit par une implémentation particulière et DOIT inclure le temps de passage d'entrelacement de la couche Physique dans le sens descendant.

Lorsqu'il existe une possibilité de transmission de maintenance initiale, le câble-modem DOIT envoyer le message de demande de télémétrie. Ainsi, le câble-modem envoie le message comme s'il se trouvait physiquement juste au niveau du CMTS.

Une fois que le CMTS a bien reçu le message de demande de télémétrie, il DOIT renvoyer un message de réponse de télémétrie adressé au câble-modem donné. Ce message de réponse de télémétrie DOIT contenir un identificateur SID temporaire qui est attribué à ce câble-modem jusqu'à ce que le procédé d'enregistrement soit terminé. Le message DOIT également contenir des informations sur les ajustements de niveau de puissance RF et les ajustements de fréquence décalée ainsi que toute correction du décalage de synchronisation.

Le câble-modem DOIT alors attendre une région de maintenance de station individuelle attribuée à son identificateur SID temporaire. Il DOIT ensuite transmettre un message de demande de télémétrie, en utilisant cette fois l'identificateur SID avec toute correction de niveau de puissance et de décalage de synchronisation.

Le CMTS DOIT renvoyer un autre message de réponse de télémétrie au câble-modem avec tout ajustement minutieux supplémentaire requis. Les étapes de demande/réponse de télémétrie DOIVENT être répétées jusqu'à ce que la réponse contienne une notification de télémétrie satisfaisante. A ce niveau, le câble-modem DOIT se joindre aux transmissions de données normales dans le sens montant. Voir B.7 pour des informations plus détaillées sur toute la séquence d'initialisation. Les automates à états et l'applicabilité des compteurs d'essais et des valeurs de temporisation du procédé de télémétrie sont définis au B.7.2.5.

NOTE – Le type de rafale à utiliser pour une transmission est défini par le code d'utilisation d'intervalle (IUC, *interval usage code*). Chaque code IUC est mappé à un type de rafale dans le message UCD.

B.6.5.4 Unités et relations de synchronisation

Le message SYNC achemine une référence de synchronisation mesurée en tops de 6,25 μ s. Une résolution additionnelle de 6,25/64 μ s est également présente dans le message SYNC afin de permettre au CM de se caler sur l'horloge du système CMTS avec un petit déphasage. Ces unités ont été choisies comme le plus grand diviseur commun des durées de mini-intervalle montant des différentes modulations et rapidités de modulation. Etant donné que ceci est dissocié des caractéristiques d'une voie montante particulière, une seule référence de synchronisation SYNC peut être utilisée pour toutes les voies montantes associées à la voie descendante.

La table MAP d'attribution de largeur de bande utilise des unités de temps de "mini-intervalles". Un mini-intervalle représente le multiplet nécessaire à la transmission d'un nombre fixe d'octets. Le mini-intervalle est supposé représenter ici 16 multiplets, mais ce choix n'est pas limité à cette valeur. La taille du mini-intervalle, exprimée comme un multiple de la référence de temps SYNC, est acheminée dans le descripteur de voie montante. L'exemple dans le Tableau B.6-20 illustre la relation entre les mini-intervalles et les tops d'horloge SYNC.

Il est recommandé que le lecteur réalise des essais avec d'autres rapidités de modulation et d'autres modulations. Il convient de noter que le rapport symboles/octet est une caractéristique d'une transmission en rafale individuelle et non une caractéristique de la voie. Dans ce cas, un mini-intervalle peut représenter 16 ou 32 octets, selon la modulation choisie.

Un "mini-intervalle" est l'unité de granularité de possibilités de transmission dans le sens montant. Cela n'implique pas qu'une unité PDU puisse réellement être transmise dans un seul mini-intervalle.

Tableau B.6-20/J.112 – Exemple de relation entre les mini-intervalles et les tops d'horloge SYNC

Paramètre	Exemple de valeur
Top d'horloge	6,25 ms
Octets par mini-intervalle	16 (nominal, en utilisant la modulation MDPQ)
Symboles/octet	4 (dans l'hypothèse de MDPQ)
Symboles/s	2 560 000
Mini-intervalles/s	40 000
Microsecondes/mini-intervalle	25
Tops/mini-intervalle	4

La table MAP compte les mini-intervalles dans un compteur de 32 bits qui normalement compte jusqu'à $(2^{32} - 1)$ puis revient à zéro. Les bits de plus faible poids (c'est-à-dire du bit 0 au bit 25-M) du compteur de mini-intervalles DOIVENT correspondre aux bits de plus fort poids (c'est-à-dire du bit 6 + M au bit 31) du compteur de marqueurs temporels SYNC. Cela signifie que le mini-intervalle N commence au marqueur temporel de référence $(N * T * 64)$, où $T = 2^M$ est le multiplicateur de descripteur UCD qui définit le mini-intervalle (c'est-à-dire le nombre de tops temporels par mini-intervalle).

NOTE – Les bits supérieurs non utilisés du compteur de mini-intervalles de 32 bits (c'est-à-dire du bit 26-M au bit 31) ne sont pas requis par le CM et PEUVENT être ignorés.

Il est à noter que l'obligation que le multiplicateur UCD soit une puissance de deux implique que le nombre d'octets par mini-intervalle doit également être une puissance de deux.

B.6.6 Prise en charge du chiffrement de la liaison de données

Les procédures de prise en charge du chiffrement de la liaison de données sont définies dans [MCNS2], [MCNS7] et [MCNS8]. L'interaction entre la couche MAC et le système de sécurité se limite aux points définis ci-dessous.

B.6.6.1 Messages MAC

Les messages de gestion MAC (voir B.6.3) ne DOIVENT PAS être chiffrés.

B.6.6.2 Verrouillage de trame

Les règles suivantes DOIVENT être suivies lors de l'application du chiffrement à la trame:

- l'en-tête spécifique de sécurité (selon la référence [MCNS2] ou l'élément d'en-tête étendu de sécurisation selon la référence [MCNS8]) DOIT être inséré dans l'en-tête étendu et DOIT être le premier élément EH du champ d'en-tête étendu (EHDR);
- les données chiffrées sont transportées en transparence par des unités de données (PDU) vers la sous-couche MAC du câble;
- lorsque la spécification du système de sécurité [MCNS2] est appliquée, les unités PDU DOIVENT être chiffrées et déchiffrées au moyen du mécanisme défini au B.6.6.2.1.

B.6.6.2.1 Exemple de chiffrement du système de sécurité

Cet exemple est défini pour une trame reçue par un CM à l'interface CMCI puis transférée par le réseau câblé jusqu'au système CMTS et renvoyée par l'intermédiaire d'une interface NSI de type Ethernet. Pour les trames se propageant dans le sens NSI à CMCI, les rôles du CM et du CMTS sont inversés.

B.6.6.2.1.1 Interface CMCI vers RF

Voir la Figure B.6-33.

B.6.6.2.1.2 RF vers l'interface côté réseau CMTS-NSI

Voir la Figure B.6-34.

B.7 Interaction câblo-modem – CMTS

Le présent sous-paragraphe couvre les prescriptions clés en matière d'interaction entre le câblo-modem et le système CMTS. L'interaction peut être divisée en cinq catégories fondamentales: initialisation du modem, authentification, configuration, autorisation et signalisation.

B.7.1 Initialisation du système CMTS

Le mécanisme utilisé pour l'initialisation du CMTS (terminal local, téléchargement de fichiers, protocole SNMP, etc.) est décrit dans [MCNS5]. Il DOIT satisfaire les critères suivants d'interopérabilité de systèmes:

- le CMTS DOIT être capable de redémarrer et de fonctionner en mode autonome en utilisant des données de configuration contenues dans la mémoire rémanente;

- si des paramètres valides ne sont pas disponibles dans la mémoire rémanente ou par un autre mécanisme tel que le système de gestion du spectre (voir [SMS]), le CMTS ne DOIT PAS produire de messages dans le sens descendant (y compris le signal de synchronisation). Ceci empêche les CM de transmettre;
- le CMTS DOIT fournir les informations définies au B.6 au CM pour chaque voie montante.

B.7.2 Initialisation du câblo-modem

La procédure d'initialisation d'un câblo-modem DOIT être telle que représentée à la Figure B.7-1. Cette figure montre le flux global entre les étapes d'initialisation dans un CM. Elle n'illustre aucune erreur, et ne fournit qu'une vue d'ensemble du procédé. Des représentations plus détaillées des automates à états finis de sous-paragraphe (y compris les erreurs) sont fournies dans les figures suivantes. Les valeurs de temporisation sont définies dans l'Appendice B.II.

La procédure peut être répartie dans les phases suivantes:

- détecter un module de sécurité amovible (RSM, *removable security module*);
- rechercher une voie descendante et établir la synchronisation avec le CMTS;
- obtenir les paramètres de transmission (par le message de descripteur UCD);
- réaliser une télémétrie;
- établir la connexité IP;
- établir l'heure du jour;
- établir l'association de sécurité (si le module RSM est présent);
- transférer des paramètres d'exploitation;
- initialiser la sécurisation de base (si le module RSM n'est pas présent et si le CM est configuré pour appliquer la sécurisation de base).

Chaque CM contient les informations suivantes lorsqu'il sort de l'usine:

- une adresse MAC unique IEEE 802 de 48 bits qui lui est attribuée à la fabrication. Celle-ci est utilisée pour que les différents serveurs de mise en service puissent identifier le modem pendant l'initialisation;
- des informations de sécurité telles que définies dans [MCNS2 et MCNS8] (certificat X.509, par exemple) utilisées pour authentifier le CM auprès du serveur de sécurité et authentifier les réponses des serveurs de sécurité et de mise en service.

La notation langage de description et de spécification (SDL) utilisée dans les figures suivantes est illustrée à la Figure B.7-2 (voir Recommandation Z.100 [UIT-T Z.100]).

B.7.2.1 Détection du module RSM

Dès qu'un CM est activé, celui-ci détermine si un module de sécurité amovible (RSM, *removable security module*) est ou non présent dans le logement correspondant, conformément à [MCNS7].

B.7.2.2 Balayage et synchronisation dans le sens descendant

Lors de l'initialisation ou après perte du signal, le câblo-modem DOIT acquérir une voie descendante. Le CM DOIT disposer d'une mémoire rémanente dans laquelle les derniers paramètres de fonctionnement sont mis en mémoire et DOIT tout d'abord tenter d'acquérir cette même voie descendante. En cas d'échec, il DOIT commencer un balayage continu des canaux de 6 MHz de la bande de fréquences d'exploitation dans le sens descendant jusqu'à ce qu'il trouve un signal valide dans le sens descendant.

Un signal dans le sens descendant est considéré comme valide lorsque le modem a réalisé les étapes suivantes:

- synchronisation de la temporisation du symbole MAQ;
- synchronisation du verrouillage de trame FEC;
- synchronisation de la mise en paquet MPEG;
- reconnaissance de messages MAC de synchronisation dans le sens descendant.

Il est souhaitable de fournir des indications à l'utilisateur sur le fait que le CM réalise un balayage.

B.7.2.3 Obtenir des paramètres dans le sens montant

Voir la Figure B.7-3. Après la synchronisation, le CM DOIT attendre un message de descripteur de voie montante (UCD) émanant du CMTS afin de récupérer des paramètres de transmission pour la voie montante. Le CMTS transmet périodiquement ces messages adressés à l'adresse de diffusion MAC pour toutes les voies montantes disponibles. Le CM DOIT déterminer d'après les paramètres de description de voie s'il peut utiliser la voie montante. Si la voie n'est pas adaptée, le CM DOIT attendre un message de description d'une voie qu'il peut utiliser. Si aucune voie n'a pu être trouvée après une période raisonnable, le CM DOIT continuer le balayage afin de trouver une autre voie descendante.

Lorsque le câblo-modem trouve une voie montante avec des paramètres de transmission acceptables, il DOIT extraire les paramètres pour cette voie montante du descripteur UCD. Il DOIT ensuite attendre le message de synchronisation suivant⁸ et extraire l'horodateur de mini-intervalle montant de ce message. Le CM DOIT ensuite attendre la table de mappage d'attribution de largeur de bande pour la voie sélectionnée. Il PEUT alors commencer à transmettre dans le sens montant conformément au mécanisme de fonctionnement MAC et d'attribution de largeur de bande.

Il est souhaitable de signaler à l'utilisateur que le CM a terminé ses recherches et qu'il a détecté un signal descendant et une voie montante valides.

⁸ Il est possible, étant donné que le message de synchronisation s'applique à toutes les voies montantes, que le CM ait déjà acquis une référence de temps des messages de synchronisation précédents. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire qu'il attende une nouvelle synchronisation.

B.7.2.4 Flux de messages pendant le balayage et l'acquisition de paramètres dans le sens montant

Le CMTS DOIT produire, à des intervalles périodiques, des messages de synchronisation et de descripteur UCD dans le sens descendant qui s'inscrivent dans la gamme définie au B.6. Ces messages sont adressés à tous les CM. Voir la Figure B.7-4.

B.7.2.5 Ajustements de télémétrie et ajustements automatiques

Le procédé de télémétrie et d'ajustement est entièrement défini au B.6 et dans les sous-paragraphe suivants. Le diagramme de séquence de messages et les automates d'états finis des pages suivantes définissent le procédé de télémétrie et d'ajustement qui DOIT être suivi par les CM et CMTS conformes aux prescriptions. Voir les Figures B.7-5 à B.7-8.

NOTE – Les tables MAP sont transmises de la manière décrite au B.6.

B.7.2.5.1 Ajustement de paramètre de télémétrie

L'ajustement de paramètres locaux (par exemple la puissance de transmission) dans un CM suite à la réception (ou la non-réception) d'une réponse RNG-RSP est considéré comme étant dépendant de la mise en œuvre dans les limites des restrictions suivantes (voir B.6.2.7):

- tous les paramètres DOIVENT à tout moment se trouver dans les gammes approuvées;
- l'ajustement de puissance DOIT commencer à la valeur minimale sauf si une puissance valide est disponible dans la mémoire rémanente, auquel cas celle-ci DOIT être utilisée comme point de départ;
- l'ajustement de puissance DOIT pouvoir être réduit ou augmenté de la quantité spécifiée suite aux messages RNG-RSP;
- si la puissance est ajustée à la valeur maximale, elle DOIT recommencer au minimum.

B.7.2.5.2 Télémétrie périodique

Le CMTS DOIT fournir à chaque CM, au moins toutes les T4 s, une opportunité de télémétrie périodique. Le CMTS DOIT émettre des opportunités de télémétrie périodique à un intervalle suffisamment plus court que T4 pour qu'une table MAP puisse être manquée sans que le CM se désynchronise. La longueur de ce "sous-intervalle" dépend du CMTS.

Le CM DOIT réinitialiser sa couche MAC après T4 s sans avoir reçu d'opportunité de télémétrie périodique.

B.7.2.6 Etablissement de la connexité IP

A ce niveau, le CM DOIT invoquer les mécanismes DHCP [RFC-1541] afin d'obtenir une adresse IP et tout autre paramètre nécessaire pour établir la connexité IP (voir l'Appendice B.III). La réponse DHCP DOIT contenir le nom d'un fichier qui contient des paramètres de configuration supplémentaires. Voir la Figure B.7-9.

B.7.2.7 Etablissement de l'heure du jour

Le CM et le CMTS ont besoin de la date et de l'heure courante. Celles-ci n'ont pas besoin d'être authentifiées et une précision d'une seconde est suffisante [MCNS2].

Ceci est nécessaire pour:

- horodater des événements enregistrés qui peuvent être récupérés par le système de gestion;
- la gestion des clés par le système de sécurité.

Le protocole par lequel l'heure du jour est récupérée est celui défini dans [RFC-868]. Voir la Figure B.7-10.

La demande et la réponse sont transférées en utilisant le descripteur UDP.

L'heure récupérée du serveur (UTC) est combinée avec le décalage de temps reçu dans la réponse DHCP afin de créer une heure locale courante.

B.7.2.8 Etablissement de l'association de sécurité

Si le module RSM est détecté et qu'aucune association de sécurité ne soit établie, le CM DOIT établir une association de sécurité à ce niveau. L'adresse IP du serveur (ou des serveurs) de sécurité DOIT être fournie dans la réponse DHCP. Les procédures prescrites sont entièrement définies dans [MCNS2].

B.7.2.9 Transfert des paramètres d'exploitation

Une fois que les opérations DHCP et d'associations de sécurité sont satisfaisantes, le modem DOIT télécharger le fichier de paramètres en utilisant le protocole TFTP, de la manière présentée à la Figure B.7-11. Le serveur de paramètre de configuration TFTP est spécifié dans le champ "siaddr" de la réponse DHCP.

Les champs de paramètres prescrits dans la réponse DHCP ainsi que le format et le contenu du fichier de configuration DOIVENT être tels que définis dans l'Appendice B.III. Il convient de noter que ces champs représentent le minimum requis pour l'interopérabilité.

B.7.2.10 Enregistrement

Un CM DOIT être autorisé à renvoyer des transmissions sur le réseau une fois qu'il est initialisé, authentifié et configuré. Voir la Figure B.7-11.

Les paramètres de configuration téléchargés dans le CM DOIVENT comprendre un objet de commande d'accès au réseau (voir l'Appendice B.III.8.5). Si celui-ci est réglé sur "pas de renvoi", le CM ne DOIT pas renvoyer de données sur le réseau. Il DOIT répondre aux demandes de gestion de réseau. Ceci permet de configurer le CM dans un mode où il peut être géré mais dans lequel il ne renvoie pas de données.

Le CM DOIT renvoyer les paramètres d'exploitation au CMTS dans une demande d'enregistrement. Le CMTS DOIT réaliser les opérations suivantes afin de confirmer l'autorisation du CM:

- vérifier la signature MAC et d'authentification dans la liste de paramètres;
- créer un profil fondé sur les réglages de configuration standard pour le modem (voir l'Appendice B.III);
- attribuer un identificateur de service fondé sur les classes de service prises en charge;
- répondre à la demande d'enregistrement du modem.

Les réglages de configuration spécifiques au fournisseur DOIVENT être ignorés (sauf pour les inclure dans le message de calcul du code d'autorisation).

B.7.2.11 Initialisation de la sécurisation de base

Après l'enregistrement, si le module RSM n'est PAS détecté et que le CM soit conçu pour activer la sécurisation de base, le CM DOIT initialiser les opérations de sécurisation de base comme décrit dans [MCNS8]. Un CM est conçu pour activer la sécurisation de base si son fichier de configuration comporte une option de réglages de configuration pour la sécurisation de base.

B.7.2.12 Identificateurs de service pendant l'initialisation du CM

A l'issue du procédé d'enregistrement (voir B.7.2.10), des identificateurs de service (SID) adaptés à la mise en service de la classe de service doivent avoir été attribués au CM. Le CM doit toutefois au préalable terminer un certain nombre de transactions de protocole (par exemple, télémétrie, protocole DHCP, etc.) et nécessite un identificateur de service temporaire afin de terminer ces étapes.

A la réception d'une demande de télémétrie initiale, le CMTS DOIT attribuer un identificateur SID temporaire au CM pour les besoins de l'initialisation. Le CMTS PEUT surveiller l'utilisation de cet identificateur SID et limiter les transmissions aux transmissions nécessaires à l'initialisation. Il DOIT informer le CM de cette attribution dans la réponse de télémétrie.

Après réception d'une réponse de télémétrie qui lui est adressée, le CM DOIT utiliser l'identificateur temporaire SID qui lui est attribué pour les demandes ultérieures de transmission d'initialisation jusqu'à la réception de la réponse d'enregistrement.

Dès réception d'une instruction, contenue dans une réponse de télémétrie, visant à passer sur une nouvelle fréquence de voie descendante ou sur un identificateur de voie montante, le CM DOIT considérer tout identificateur SID, déjà attribué à titre temporaire, comme n'étant plus attribué et doit obtenir un nouvel identificateur SID par télémétrie initiale.

Il est possible que la réponse de télémétrie soit perdue après avoir été transmise par le CMTS. Le CM DOIT la récupérer par temporisation et en reformulant sa demande de télémétrie initiale. Etant donné que le CM est identifié de manière unique par l'adresse MAC source dans la demande de télémétrie, le CMTS PEUT immédiatement réutiliser l'identificateur SID temporaire qu'il avait attribué précédemment. Si le CMTS attribue un nouvel identificateur SID temporaire, il DOIT prendre une certaine disposition de préemption pour l'ancien identificateur SID qui n'a pas été utilisé (voir B.6.3.2.7).

Lors de l'attribution d'identificateurs SID de classe de service suite à la réception d'une demande d'enregistrement, le CMTS peut réutiliser un identificateur SID temporaire en l'attribuant à l'une des classes de service demandées. Dans ce cas, il DOIT continuer à autoriser les messages d'initialisation sur cet identificateur SID étant donné la possibilité de perdre la réponse d'enregistrement pendant la transmission. Si le CMTS n'attribue que des nouveaux identificateurs SID pour la mise en service de classes de service, il DOIT assurer la préemption de l'identificateur SID temporaire. Lorsque la réponse d'enregistrement est perdue pendant la transmission, la préemption DOIT assurer un temps suffisant pour terminer le procédé d'enregistrement.

B.7.2.13 Prise en charge de voies multiples

Lorsque plusieurs signaux dans le sens descendant sont présents dans le système, le CM DOIT utiliser le premier signal valide qu'il trouve dans le sens descendant lors du balayage. S'il est nécessaire de basculer vers une autre fréquence dans le sens montant ou descendant, les instructions sont fournies au CM par le biais des paramètres dans le fichier de configuration (voir l'Appendice B.III).

Les voies montantes et descendantes DOIVENT être identifiées lorsque cela est prescrit dans les messages de gestion de couche MAC qui utilisent des identificateurs de voie.

B.7.2.14 Ajustement à distance du niveau de signal RF

L'ajustement du niveau de signal RF du CM est assuré par une fonction de maintenance périodique qui utilise les messages MAC RNG-REQ et RNG-RSP. Cette opération s'apparente à la télémétrie initiale et est illustrée aux Figures B.7-12 et B.7-13. Lorsqu'il reçoit une réponse RNG-RSP, le CM NE DOIT PAS transmettre jusqu'à ce que le signal RF ait été ajusté conformément à la réponse RNG-RSP et qu'il se soit stabilisé (voir B.4).

B.7.2.15 Changement de paramètres de rafale dans le sens montant

Chaque fois que le CMTS doit modifier les caractéristiques de rafale montante, il doit s'assurer que tous les CM réalisent une transition correcte des anciennes aux nouvelles valeurs. Chaque fois que le CM doit changer une quelconque valeur de rafale montante, il DOIT:

- annoncer les nouvelles valeurs dans un message de descripteur de voie montante. Le champ de compteur de modification de configuration doit être incrémenté afin d'indiquer qu'une valeur a été modifiée.

Après avoir transmis un ou plusieurs messages UCD avec la nouvelle valeur, le CMTS transmet un message MAP avec le compteur UCD qui correspond au nouveau compteur de modifications de configuration. Le premier intervalle du message MAP DOIT être une attribution de données de 1 ms au moins à l'identificateur de service nul (zéro). C'est-à-dire que le CMTS DOIT fournir une milliseconde aux câblo-modems afin de leur permettre de modifier leurs paramètres de sous-couche PMD pour les accorder au nouvel ensemble. Cette milliseconde vient s'ajouter aux autres contraintes de synchronisation MAP (voir B.6.4.2).

- Le CMTS NE DOIT PAS transmettre de messages MAP avec l'ancienne valeur de compteur UCD après avoir transmis le nouveau descripteur UCD.

Le CM DOIT utiliser les paramètres du descripteur UCD qui correspond au "compteur UCD" du message MAP pour toutes les transmissions en réponse à ce message MAP. Si pour une quelconque raison, le CM n'a pas reçu le descripteur UCD correspondant, il ne peut transmettre pendant l'intervalle décrit par ce message MAP.

B.7.2.16 Changement de voies montantes

A tout moment après l'enregistrement, le CMTS PEUT donner l'ordre au CM de changer sa voie montante. Ceci peut être nécessaire pour équilibrer les transmissions, éviter le bruit ou pour une quelconque autre raison hors du domaine d'application de la présente spécification. La Figure B.7-14 représente la procédure qui DOIT être suivie par le CMTS. La Figure B.7-15 présente la procédure correspondante pour le CM.

Il est à noter que si le CMTS tente une nouvelle demande UCC-REQ, il est possible que le CM ait déjà changé de voies (si la réponse UCC-RSP a été perdue pendant la transmission). Par conséquent, le CMTS DOIT chercher la réponse UCC-RSP autant sur les anciennes que sur les nouvelles voies.

Le CM DOIT établir une télémétrie initiale satisfaisante sur la nouvelle voie avant d'utiliser cette voie. Il NE DOIT PAS réaliser de nouvel enregistrement étant donné que sa mise en service et le domaine MAC restent valides sur la nouvelle voie. Si le CM a déjà établi une télémétrie sur la nouvelle voie, et si cette télémétrie est encore active sur cette voie (T4 n'est pas écoulée depuis la dernière télémétrie satisfaisante), le CM PEUT utiliser ces informations de télémétrie d'antémémoire et omettre la télémétrie initiale.

B.7.2.17 Détection de panne et récupération

La détection de panne et la récupération se font à plusieurs niveaux:

- au niveau physique, la correction FEC est utilisée afin de corriger les erreurs lorsque cela est possible – voir B.4 pour plus de détails;
- le protocole MAC protège contre les erreurs par l'utilisation de champs de somme de contrôle dans l'en-tête MAC et les zones de données du paquet – voir B.6 pour plus de détails;
- tous les messages de gestion MAC sont protégés par un contrôle CRC qui couvre la totalité du message, tel que défini au B.6. Tout message ayant un mauvais contrôle CRC DOIT être éliminé par le récepteur.

Le Tableau B.7-1 présente le procédé de récupération qui DOIT être appliqué après la perte d'un type particulier de message MAC.

Des messages vers la couche Réseau et des niveaux supérieurs sont considérés par la sous-couche MAC comme des paquets de données. Ceux-ci sont protégés par le champ de contrôle CRC du paquet de données et tout paquet avec un mauvais contrôle CRC est éliminé. La récupération de ces paquets perdus se fait conformément au protocole de couche supérieure.

Tableau B.7-1/J.112 – Procédé de récupération après perte de messages MAC particuliers

Nom du message	Action à appliquer suite à une perte de message
SYNC	Le CM peut perdre les messages de synchronisation pendant une période d'intervalle de perte de synchronisation (voir l'Appendice B.II) avant de perdre la synchronisation avec le réseau. Dans ce cas, il suit la même procédure pour acquérir la connexité que pendant l'initialisation.
UCD	Un CM DOIT recevoir un descripteur UCD valide avant de transmettre dans le sens montant. Un défaut de réception de descripteur UCD valide pendant la période de temporisation DOIT entraîner une réinitialisation du modem et de sa connexion MAC.
MAP	Un CM NE DOIT PAS transmettre sans attribution valide de largeur de bande dans le sens montant. Si un message MAP est perdu suite à une erreur, le CM NE DOIT PAS transmettre pendant la période couverte par le message MAP.
RNG-REQ RNG-RSP	Si un CM ne reçoit pas de réponse de télémétrie valide dans un délai défini de temporisation après la transmission d'une demande, la demande DOIT être répétée un certain nombre de fois (tel que défini dans l'Appendice B.II). Le défaut de réception d'une réponse de télémétrie valide après le nombre prescrit de tentatives DOIT entraîner la réinitialisation du modem et de sa connexion MAC.
REG-REQ REG-RSP	Si un CM ne reçoit pas de réponse d'enregistrement valide dans un délai défini de temporisation après la transmission d'une demande, la demande DOIT être répétée un certain nombre de fois (tel que défini dans l'Appendice B.II). Le défaut de réception d'une réponse d'enregistrement valide après le nombre prescrit de tentatives doit entraîner la réinitialisation du modem et de sa connexion MAC.
UCC-REQ UCC-RSP	Si un CMTS ne reçoit pas de réponse de changement de voie montante valide dans un délai défini de temporisation après la transmission d'une demande, la demande DOIT être répétée un certain nombre de fois (tel que défini dans l'Appendice B.II). Le défaut de réception d'une réponse valide après le nombre prescrit de tentatives DOIT avoir pour résultat que le CMTS considère ne pas pouvoir atteindre le CM.

B.7.2.18 Protection contre les transmissions non autorisées

Il CONVIENT qu'un CM comprenne un moyen de terminaison de transmission RF pour le cas où il détecte que sa propre porteuse a été active continuellement pendant une période plus longue que la plus longue transmission valide possible.

B.8 Prise en charge de futures nouvelles capacités de câblo-modem

B.8.1 Etablissement de communications sur une base améliorée

Dans l'avenir, il est possible que de nouveaux types de CM et de CMTS avec des caractéristiques améliorées soient introduits sur le marché. La préparation à ces futurs services est assurée par les protocoles décrits dans la présente annexe afin de permettre à ces nouveaux types de CM ou de CMTS d'établir des communications sur une base améliorée.

A cet effet, deux méthodes sont proposées: l'une pour le cas où la voie descendante prend en charge des voies montantes de différentes capacités et l'autre pour le cas où des voies descendantes améliorées sont disponibles.

B.8.1.1 Sens montant amélioré/sens descendant normal

La procédure DOIT être la suivante:

- a) le CM amélioré acquiert un signal CMTS normal dans le sens descendant;
- b) le CM reçoit et interprète les messages de descripteur de voie montante (UCD) renvoyés par le CMTS jusqu'à ce qu'il en trouve un pour une voie ayant les caractéristiques améliorées qu'il souhaite utiliser. Il se joint au flux de transmission dans le sens montant de cette voie attribuée aux CM améliorés conformément aux informations contenues dans le signal CMTS dans le sens descendant.

B.8.1.2 Sens descendant amélioré/sens montant amélioré ou normal

La procédure DOIT être la suivante:

- a) le CM amélioré acquiert un signal CMTS normal dans le sens descendant;
- b) le CM reçoit et interprète les messages de descripteur de voie montante (UCD) renvoyés par le CMTS jusqu'à ce qu'il en trouve un pour une voie qui s'accorde le mieux aux caractéristiques améliorées qu'il souhaite utiliser. Il se joint au flux de transmission dans le sens montant de cette voie attribuée aux CM améliorés conformément aux informations contenues dans le signal CMTS dans le sens descendant;
- c) le CM amélioré interagit avec le serveur de mise en service pour ce qui est de convenir des fréquences d'exploitation, modulation, débit et autres caractéristiques pour l'exploitation améliorée;
- d) si nécessaire, le CM amélioré modifie les fréquences d'exploitation et autres caractéristiques de manière correspondante et commence, le cas échéant, l'exploitation améliorée sur une autre voie descendante à condition de ne pas interférer avec les CM normaux;
- e) le CM acquiert le nouveau signal CMTS dans le sens descendant et attend un descripteur UCD approprié sur cette nouvelle voie.

B.8.2 Téléchargement de logiciel d'exploitation de câblo-modem

Il CONVIENT qu'un CMTS puisse être reprogrammé à distance sur le terrain par le biais du téléchargement d'un logiciel par le réseau.

Un appareil câblo-modem DOIT pouvoir être reprogrammé à distance sur le terrain par le biais du téléchargement d'un logiciel par le réseau. Cette capacité de téléchargement de logiciel DOIT permettre de modifier la fonctionnalité du câblo-modem sans qu'il soit nécessaire que le personnel du système par câble se déplace physiquement pour reconfigurer chaque unité. Il est prévu d'utiliser cette possibilité de programmation sur le terrain pour mettre à jour les logiciels de câblo-modem afin d'améliorer la qualité de fonctionnement, s'adapter aux nouvelles fonctions et caractéristiques (telles que la prise en charge de classes de service améliorées), corriger toutes les défaillances de conception découvertes dans le logiciel et assurer des voies d'évolution au fur et à mesure que les spécifications de transmission de données par câble évoluent.

Le mécanisme de téléchargement DOIT être un transfert de fichiers TFTP. Le mécanisme par lequel les transferts sont assurés et authentifiés est fourni dans [MCNS2]. Le transfert DOIT être initié de l'une des deux manières suivantes:

- un gestionnaire SNMP demande une mise à jour du CM;
- le fichier de paramètres de configuration acheminé vers le CM par le serveur de mise en service DOIT contenir le nom de fichier souhaité d'où la configuration de logiciel souhaitée peut être extraite. Si le nom de fichier ne correspond pas à la configuration de logiciel courante du CM, le CM DOIT demander le fichier spécifié à un serveur TFTP.

Le CM DOIT enregistrer la nouvelle configuration de logiciel dans la mémoire rémanente. A l'issue du transfert de fichier, le CM DOIT redémarrer avec la nouvelle configuration de code.

Si pour une quelconque raison le CM est dans l'impossibilité de terminer le transfert de fichier, il DOIT rester capable d'accepter de nouveaux téléchargements de logiciels, même s'il est mis hors tension entre les tentatives. Le CM DOIT enregistrer le défaut et PEUT en informer le gestionnaire de réseau de manière asynchrone.

Après la mise à jour du logiciel d'exploitation, il PEUT s'avérer nécessaire que le CM suive l'une des procédures susmentionnées pour changer de voie afin de pouvoir utiliser les fonctionnalités améliorées.

Si le CM continue à fonctionner sur les mêmes voies montantes et descendantes avant la mise à jour, il DOIT pouvoir fonctionner avec d'autres CM qui PEUVENT utiliser d'anciennes versions de logiciel.

Lorsqu'un logiciel a été mis à jour afin d'être conforme à une nouvelle version de la spécification, il DOIT impérativement fonctionner avec la version précédente afin de permettre une transition progressive des unités du réseau.

Les messages de synchronisation périodiques transmis sur la voie descendante DOIVENT indiquer la révision du protocole utilisé par la voie.

B.9 Fourniture pour d'autres capacités futures

Dans l'avenir, il est prévu que les réseaux de câblo-modems prendront en charge des capacités qui ne peuvent être définies de manière adéquate aujourd'hui. Ces capacités peuvent comprendre:

- nouveau codage de modulation de couche Physique;
- améliorations du codage de couche Physique défini, ou nouveaux réglages de la configuration de celui-ci;
- différences de flux de transmission et classes de service (téléphonie MTS par exemple).

Le but de la présente spécification est d'assurer dans les limites du possible l'interopérabilité avec de futurs dispositifs et réseaux. Le niveau minimal d'interopérabilité est d'attribuer différentes bandes de fréquences aux modems de capacités futures et aux modems conformes à la présente spécification, et d'assurer que tous les modems puissent réaliser un balayage automatique afin de trouver une bande de fréquences compatible.

B.9.1 Modifications de couche Physique prévues

La signalisation MAC permet une égalisation d'émetteur facultative (voir B.6.3.2.5).

D'autres formes de manipulation de transmission dans le sens montant, telles que le précodage de Tomlinson-Harashima, peuvent être développées dans l'avenir. La signalisation nécessaire à ce genre de manipulation peut être ajoutée sous la forme de codages TLV facultatifs du message de réponse de télémétrie.

Les réglages de configuration peuvent être appliqués dans des réseaux existants sans ajouter de nouvelles prescriptions pour les dispositifs existants.

Lors du développement d'un nouveau réseau, il peut être nécessaire de connaître les capacités de modem avant d'invoquer ce genre de caractéristiques. Le masque de "capacités de modem", échangé lors du procédé 'enregistrement CM à CMTS (voir B.6.3.2.7) est destiné à fournir ces informations.

B.9.1.1 Ajout de réglages de configuration de voie montante et de rafale

Dans l'avenir, des réglages de configuration peuvent être fournis pour de nouvelles caractéristiques de voie montante:

- signalisation de rapidité de modulation supérieure

et des nouvelles caractéristiques de rafale montante:

- modulation par codage en treillis (2 bits/symbole et 4 bits/symbole);
- entrelacement au sein d'une rafale.

Ces caractéristiques sont définies par de nouveaux codages du descripteur de voie montante. Un CM qui trouve des caractéristiques qu'il ne met pas en œuvre doit soit s'abstenir d'utiliser ce type de rafale, soit trouver une autre voie montante (voir B.8.1.1). Ceci peut également être commandé par une politique administrative s'il existe suffisamment d'analogie pour terminer le procédé d'enregistrement.

De la même manière que pour le précodage de transmission, un indicateur de capacité de modem peut être nécessaire si le CMTS doit choisir une capacité de plus petit dénominateur commun.

B.9.1.1.1 Paramètres de rafale de voie pour modems haut de gamme

Les réglages de configuration de paramètres de rafale de voie pour les modems haut de gamme sont fournis au Tableau B.9-1.

Il convient de pouvoir programmer ces capacités de manière séparée pour les utilisateurs d'une voie donnée. Il convient par exemple de pouvoir commander à deux utilisateurs d'utiliser une fréquence de voie et une rapidité de modulation données avec un utilisateur disposant de l'une ou de toutes les caractéristiques suivantes: indicateur ICD MDP8, entrelacement et précodage TH; alors que l'autre utilisateur emploie la modulation MDPQ et aucune des autres caractéristiques (c'est-à-dire que cet utilisateur n'est pas un câblo-modem haut de gamme).

Tableau B.9-1/J.112 – Paramètres de rafale de voie pour modems haut de gamme

Paramètre	Réglages de configuration
Modulation (réglages de configuration supplémentaires)	Modulation par codage en treillis disponible: 1) MDP8-2 bits/s (semblable à MDPQ); 2) MAQ 32-4 bits/s (semblable à MAQ 16). 2 réglages de configuration de codeur disponible pour chaque.
Entrelacement N lignes sur M colonnes l'émetteur remplit les colonnes	N = 0 à 255; 0 = pas d'entrelacement M = 1 à 256
Précodage de Tomlinson-Harashima	1) Précodage TH 2) Egalisation FIR de transmission conventionnelle 3) Aucun

B.9.1.2 Améliorations de la voie descendante

Pour les améliorations de voies descendantes, il peut s'avérer nécessaire de mettre en œuvre des fréquences supplémentaires pour l'interopérabilité. Le procédé d'initialisation de modem défini dans la présente annexe permet à un CM qui est dans l'impossibilité de réaliser des échanges satisfaisants avec le CMTS, de reprendre le balayage pour trouver une fréquence plus adaptée (voir B.8.1.2).

B.9.2 Nouvelles prescriptions de services du réseau

Les types de services du réseau prévus sur un réseau câblé sont susceptibles de changer au cours de la durée de vie des équipements conformes à la présente spécification. La présente spécification prévoit des paramètres de transmission de type ATM en assurant au CMTS une commande centralisée sur l'attribution et la gigue de largeur de bande. De futurs réseaux peuvent inclure des classes de données autres que celles qui sont fournies explicitement (type 802 et ATM). Celles-ci peuvent être mises en œuvre en utilisant les points de code réservés dans le champ MAC FC. Etant donné que la présente spécification ne prescrit pas d'algorithme d'attribution de largeur de bande particulier, de futurs algorithmes, qui tiennent compte de politiques et des types de transmissions dont on ne connaît pas encore tous les détails, peuvent être développés.

B.9.2.1 Identificateurs de service multidiffusés

Les identificateurs de service multidiffusés permettent l'extension des codes d'utilisation d'intervalle qui sont définis, selon la présente annexe, dans la table de mappage d'attribution de largeur de bande dans le sens montant. Les identificateurs multidiffusés ne reflètent pas uniquement l'appartenance à un groupe, mais également les règles d'accès qui s'appliquent à tout intervalle attribué à cet identificateur. Les exemples suivants d'éléments IE de demande/données illustrent certaines possibilités d'utilisation d'un identificateur particulier:

- l'attribution concerne l'espace en mode contention pour toute unité PDU de données de haute priorité (telle que définie au niveau local) d'un groupe sélectionné de CM;
- l'attribution concerne uniquement des cellules ATM.

Il peut être nécessaire de développer une extension du protocole de signalisation MAC afin de transmettre les définitions des attributs associés à des identificateurs de service multidiffusés particuliers.

B.9.2.2 Prise en charge du protocole RSVP pour les transmissions dans le sens montant

Le protocole de réservation de ressource (RSVP) est un protocole d'installation de réservation de ressource en cours de normalisation par l'IETF. Le protocole RSVP permet une installation initialisée par le récepteur des réservations de ressources pour les flux de données multidiffusés et monodiffusés. Le présent sous-paragraphe sert à prévoir et à faciliter la définition de nouveaux messages de gestion MAC destinés à la prise en charge de la réservation de ressources pour les transmissions dans le sens montant dans le contexte de la transmission de données par câble.

Le protocole RSVP suppose la mise en œuvre de deux modules à chaque nœud compatible RSVP afin d'assurer le renvoi de paquets de données: le "classificateur de paquets" et le "programmeur de paquets". Le classificateur de paquets détermine la voie d'acheminement et la classe de service de chaque paquet et envoie le paquet au programmeur de paquets. Le classificateur de paquets RSVP utilise une "spécification de filtre" (qui correspond à une adresse IP source et un numéro de port TCP/UDP donnés) afin de classer et de limiter les transmissions qui consomment des ressources de réservation. Le programmeur de paquets prend des décisions de renvoi de paquet (des décisions de file d'attente par exemple) afin d'assurer la classe de service promise à l'interface. Le programmeur de paquets RSVP utilise une "spécification de flux" (qui identifie les paramètres de conteneurs de jetons, les débits de crête, etc.) afin d'identifier la classe de service souhaitée.

Dans le contexte d'un protocole RSVP pour les transmissions dans le sens montant dans un système de transmission de données par câble, il est souhaitable que le CM assure la fonction de "classificateur de paquets"; il convient en revanche que le CMTS assure la majorité des fonctions de "programmeur de paquets". La prise en charge de cette division de fonctions suggère la définition de trois nouveaux messages de gestion MAC: "ajout de service dynamique", "suppression de service dynamique" et "réponse de service dynamique."

Le message d'ajout de service dynamique est transmis périodiquement par le CMTS au CM afin d'annoncer l'attribution de nouveaux identificateurs SID. Le message d'ajout de service dynamique contient la nouvelle valeur d'identificateur SID, et des champs type/longueur/valeur qui peuvent coder la spécification de filtre RSVP et l'intervalle "temporisation d'épuration" (pour la prise en charge du procédé "d'état programmable" RSVP). Il est prévu que le CM utilise le nouvel identificateur SID uniquement pour les transmissions dans le sens montant qui correspondent à la spécification de filtre. Il convient que le CM accepte la mise à jour du nouvel identificateur SID par un autre message d'ajout de service dynamique pendant l'intervalle de temporisation d'épuration; sinon l'identificateur SID est ignoré par le CM à la fin de l'intervalle.

Le message de suppression de service dynamique est transmis du CMTS au CM afin de supprimer immédiatement un identificateur SID non utilisé (afin d'exécuter le message explicite RSVP "élimination"). Le message de réponse de service dynamique est transmis par le CM au CMTS afin d'accuser réception d'un message d'ajout de service dynamique ou de suppression de service dynamique.

Il est proposé que l'interaction entre les messages RSVP "voie" et "Resv", et les messages d'ajout de service dynamique et de réponse de service dynamique soit comme suit:

- 1) le nœud source du flux de données (alimentant un CM) produit un message de voie RSVP et envoie ce message vers le nœud de destination du flux de données;
- 2) le CM renvoie le message de voie RSVP montante vers le nœud de destination sans le traiter;
- 3) le CMTS intercepte le message de voie RSVP dans le sens montant, met en mémoire "l'état de voie" du message, met à jour la valeur "adresse de bond précédent" dans le message et renvoie celui-ci;
- 4) le nœud de destination du flux de données reçoit le message de voie RSVP et répond par un message RSVP Resv afin de demander une réservation de ressources pour le flux de données entre le nœud source et lui-même. Le message RSVP Resv est envoyé à l'adresse "bond précédent" du message de voie – soit au CMTS;

- 5) le CMTS reçoit le message RSVP Resv descendant et traite la spécification du flux de message en utilisant ses modules "commande d'admission" et "commande de politique" (en coopération avec le programmeur de largeur de bande dans le sens montant du CMTS). Noter que celui-ci dépend, pour trouver des ressources disponibles, des interfaces CMTS-NSI et RFI. Le reste du présent sous-paragraphe part du principe que le message de réservation est accepté par le CMTS;
- 6) le CMTS envoie le message MAC "ajout de service dynamique" au CM. Ce message comprend un nouvel identificateur SID et la "spécification de filtre" du message RSVP Resv;
- 7) le CM reçoit le message MAC "ajout de service dynamique", met en mémoire le nouvel identificateur SID et la "spécification de filtre" puis envoie au CMTS le message MAC "réponse de service dynamique";
- 8) le CMTS reçoit le message MAC "réponse de service dynamique" et renvoie le message RSVP Resv à son adresse de "bond précédent";
- 9) le CM renvoie le message RSVP Resv descendant vers le nœud source sans traitement.

B.9.3 Capacité de filtrage de l'identificateur PID

La présente spécification utilise un seul identificateur PID communément admis pour toute transmission de données par câble. Les CM PEUVENT utiliser des identificateurs PID supplémentaires pour différencier les types de transmissions ou pour fournir des flux à des CM particuliers. L'attribution d'identificateurs PID PEUT être facilitée par les extensions de messages de commande MAC appropriées. Ceci peut par exemple faciliter les services qui utilisent le chiffrement de niveau de paquet MPEG. Tout service de ce genre est hors du domaine d'application de la présente spécification.

Un réglage de configuration de capacité de modem supplémentaire peut être ajouté dans le message de demande d'enregistrement (REG-REQ) afin d'indiquer le nombre d'identificateurs PID, en plus de l'identificateur PID communément admis, que le CM peut filtrer. Un "0" indique que le CM ne peut filtrer que l'identificateur PID communément admis.

Une extension des codages dans la réponse d'enregistrement (REG-RSP) peut être utilisée afin d'attribuer des identificateurs PID supplémentaires qu'un CM doit filtrer.

Appendice B.I

Adresses communément admises

B.I.1 Adresses MAC

Les adresses MAC décrites dans le présent appendice sont définies en utilisant la convention Ethernet/ISO/CEI 8802-3 d'ordre "bit-little-indian".

L'adresse suivante de multidiffusion DOIT être utilisée comme adresse de l'ensemble de toutes les sous-couches MAC de CM, pour la transmission des unités PDU de mappage d'attribution, par exemple:

01-E0-2F-00-00-01

L'adresse suivante de multidiffusion DOIT être utilisée comme adresse de tous les CMTS au sein du domaine de sous-couche MAC:

01-E0-2F-00-00-02

Il convient de noter que dans pratiquement tous les cas l'adresse de monodiffusion du CMTS est préférée. Les adresses qui s'inscrivent dans une gamme allant de:

01-E0-2F-00-00-03 à 01-E0-2F-00-00-0F

sont réservées à de futures définitions. Il NE CONVIENT PAS de renvoyer des trames adressées à l'une quelconque de ces adresses hors du domaine de sous-couche MAC.

B.I.2 Identificateurs de service MAC

Les identificateurs de service MAC suivants ont des significations attribuées. Celles qui ne sont pas comprises dans ce tableau peuvent être attribuées, soit par le CMTS ou dans le cadre des mesures administratives.

- 0x0000 Adressé à aucun CM.
- 0x3FFF Adressé à tous les CM.
- 0x3FF1-0x3FFE Adressé à tous les CM. Disponible pour de petites unités PDU de données ainsi que pour des demandes (utilisé uniquement avec des éléments IE de demande/données). Le dernier chiffre indique la longueur de trame et les possibilités de transmission de la manière suivante.
- 0x3FF1 Au sein de l'intervalle spécifié, une transmission peut débuter sur n'importe quel mini-intervalle et doit être contenue dans un seul mini-intervalle.
- 0x3FF2 Au sein de l'intervalle spécifié, une transmission peut débuter sur chaque deuxième mini-intervalle, et doit être contenue dans deux mini-intervalles (une station peut par exemple débuter la transmission sur le premier mini-intervalle de l'intervalle, le troisième mini-intervalle, le cinquième, etc.).
- 0x3FF3 Au sein de l'intervalle spécifié, une transmission peut débuter sur chaque troisième mini-intervalle et doit être contenue dans trois mini-intervalles (débuter par exemple au premier, quatrième, septième, etc.).
- 0x3FF4 Débuter sur le premier, cinquième, neuvième, etc.
- ...
- 0x3FFD Débuter au premier, quatorzième (14^e), vingt-septième (27^e), etc.
- 0x3FFE Au sein de l'intervalle spécifié, une transmission peut débuter sur chaque 14^e mini-intervalle, et doit être contenue dans 14 mini-intervalles.

B.I.3 Identificateur PID

Toutes les données de MCNS DOIVENT être acheminées dans des paquets MPEG-2 avec le champ d'identificateur PID de l'en-tête réglé à 0x1FFE.

Appendice B.II

Paramètres et constantes

Système	Nom	Référence de temps	Valeur minimale	Valeur par défaut	Valeur maximale
CMTS	Sync Interval	Temps entre la transmission de messages SYNC (voir B.6.3.2.1)			200 ms
CMTS	UCD Interval	Temps entre la transmission de messages UCD (voir B.6.3.2.2)			2 s
CMTS	Max MAP Pending	Nombre de mini-intervalles qu'un CMTS est autorisé à mapper à l'avance (voir B.6.3.2.3)			4096 temps de mini-intervalle
CMTS	Ranging Interval	Temps entre les transmissions de demandes de télémétrie diffusées (voir B.6.3.2.4)			2 s
CM	Lost Sync Interval	Temps après la dernière réception d'un message de synchronisation avant de considérer la synchronisation comme perdue			600 ms
CM	Contention Ranging Retries	Nombre d'essais de demandes de télémétrie en mode contention (voir B.7.2.5)	16		
CM, CMTS	Invited Ranging Retries	Nombre d'essais d'invitations à des demandes de télémétrie (voir B.7.2.5)	16		
CM	Request Retries	Nombre d'essais de demandes d'attribution de largeur de bande	16		
CM	Registration Request Retries	Nombre d'essais de demandes d'enregistrement	3		
CM	Data Retries	Nombre d'essais de transmission de données immédiate	16		
CMTS	CM MAP processing time	Temps assuré entre l'arrivée du dernier bit d'une table MAP au CM et l'entrée en vigueur de cette table MAP (voir B.6.4.1)	200 µs		
CMTS	CM Ranging Response processing time	Temps minimal assuré à un CM entre la réception d'une réponse de télémétrie et le moment où il est supposé répondre à une demande d'invitation de télémétrie	1 ms		
CM	T1	Attente de temporisation de descripteur UCD			5 * la valeur maximale d'intervalle UCD
CM	T2	Attente de temporisation de télémétrie diffusée			5 * intervalle de télémétrie
CM	T3	Attente d'une réponse de télémétrie	50 ms	200 ms	200 ms
CM	T4	Attente d'une possibilité de télémétrie monodiffusée. Si le champ d'attente d'exécution a déjà été utilisé par ce modem, la valeur de ce champ doit être ajoutée à cet intervalle			30 s
CMTS	T5	Attente d'une réponse de changement de voie montante			2 s
CM	T6	Attente de réponse d'enregistrement			3 s
CM, CMTS	Mini-slot size	Taille de mini-intervalle pour les transmissions dans le sens montant. Doit être une puissance de 2 (en unité de top de base de temps)	32 durées de symbole		
CM, CMTS	Timebase Tick	Unité de synchronisation du système	6,25 µs		

Appendice B.III

Spécification d'interface de configuration de CM

B.III.1 Champs DHCP utilisés par le CM

Les champs suivants sont requis dans la demande DHCP du CM:

- il CONVIENT DE régler le type d'équipements sur Ethernet;
- l'adresse d'équipement du CM (utilisée comme clé pour l'identification du CM pendant le procédé DHCP).

Les champs suivants sont requis dans la réponse DHCP retournée au CM:

- l'adresse IP que le CM doit utiliser;
- le masque de sous-réseau que le CM doit utiliser;
- si le serveur DHCP se trouve sur un autre réseau (qui nécessite un agent relais), l'agent relais DOIT établir le champ d'adresse de passerelle de la réponse DHCP;
- le nom du fichier de configuration de CM que le CM doit consulter sur le serveur TFTP;
- le décalage de temps du CM par rapport à l'heure universelle coordonnée (UTC) – utilisé par le CM pour calculer l'heure locale à utiliser dans les enregistrements d'erreurs d'horodatage;
- option de serveur de synchronisation – fournit une liste de serveurs de synchronisation [RFC-868] donnant l'heure actuelle;
- l'adresse IP du serveur suivant à utiliser dans le procédé d'amorçage (serveur TFTP) est retournée dans le champ siaddr;
- il CONVIENT d'établir l'adresse IP du serveur de sécurité si une sécurité est prescrite. Celle-ci est codée en utilisant le code 128 (qui est réservé pour des informations spécifiques au site selon la référence [RFC-1533]) de la manière illustrée ci-dessous.

Type	Longueur	Valeur
128	4	ip1,ip2,ip3,ip4

B.III.2 Format de fichier de configuration binaire de CM

Les données de configuration spécifiques au CM DOIVENT être contenues dans un fichier qui est téléchargé sur CM par le protocole TFTP. Il s'agit d'un fichier binaire du même format que celui défini pour les données d'extension de fournisseur DHCP [RFC-1533].

Il DOIT comporter un certain nombre de réglages de configuration (1 par paramètre), chacun ayant la forme suivante:

type : longueur : valeur

où:

- type est un identificateur d'un seul octet qui définit le paramètre;
- longueur est un octet seul qui contient la longueur en octets du champ de valeur (les champs de type et de longueur non compris);
- valeur s'inscrit dans une gamme allant de 1 à 254 octets contenant la valeur spécifique du paramètre.

Les réglages de configuration DOIVENT se suivre directement dans le fichier, qui est un flux d'octets (marqueurs d'enregistrement).

Les réglages de configuration sont répartis en trois types:

- les réglages de configuration standards qui DOIVENT exister;
- les réglages de configuration standards qui PEUVENT exister;
- les réglages de configuration spécifiques au fournisseur.

Les CM DOIVENT pouvoir traiter tous les réglages de configuration standards.

L'authentification des informations de mise en service est assurée par deux réglages de configuration de vérification d'intégrité du message (MIC, *message integrity check*): la vérification MIC du CM et la vérification MIC du CMTS:

- la vérification MIC du CM est un précis qui s'assure que les données qui ont été envoyées par le serveur de mise en service n'ont pas été modifiées en cours de route. Il ne s'agit PAS d'un précis authentifié (il ne contient aucun secret partagé);
- la vérification MIC du CMTS est un précis utilisé afin d'authentifier le serveur de mise en service au CMTS pendant l'enregistrement. Elle couvre un certain nombre de champs dont l'un est un secret partagé entre le CMTS et le serveur de mise en service.

L'utilisation de la vérification MIC du CM permet au CMTS d'authentifier les données de mise en service sans qu'il soit nécessaire de recevoir le fichier dans sa totalité.

La structure de fichier peut par conséquent être telle que représentée à la Figure B.III-1:

B.III.3 Réglages de fichier de configuration

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être compris dans le fichier de configuration et DOIVENT être pris en charge par tous les CM:

- réglage de configuration de l'accès au réseau;
- réglage de configuration terminal.

Les réglages de configuration suivants PEUVENT être compris dans le fichier de configuration et DOIVENT être pris en charge par tous les CM s'ils sont présents:

- réglage de configuration de fréquence dans le sens descendant;
- réglage de configuration d'identificateur de voie montante;
- réglage de configuration de classe de service;
- réglage de configuration d'identificateur de fournisseur;
- réglage de configuration de sécurisation de base;
- réglage de configuration de nom de fichier de mise à jour de logiciel;
- commande d'accès en écriture du protocole SNMP;
- objet de base MIB de protocole SNMP;
- réglage de configuration de complément.

Les réglages de configuration suivants PEUVENT être compris dans le fichier de configuration et PEUVENT être pris en charge par un CM s'ils sont présents:

- réglage de configuration spécifique au fournisseur.

B.III.4 Création de fichier de configuration

La séquence d'opérations nécessaires à la création du fichier de configuration est illustrée aux Figures B.III-1 à B.III-5.

- 1) Création d'entrées type/longueur/valeur pour tous les paramètres nécessaires au CM.

type, longueur, valeur pour paramètre 1
type, longueur, valeur pour paramètre 2
...
type, longueur, valeur pour paramètre n

Figure B.III-2/J.112 – Création d'entrées TLV pour les paramètres nécessaires au CM

- 2) Calculer le réglage de configuration de vérification d'intégrité du message (MIC) CM de la manière définie au B.III.5 et ajouter au fichier suivant le dernier paramètre qui utilise les valeurs de code et de longueur définies pour ce champ.

type, longueur, valeur pour paramètre 1
type, longueur, valeur pour paramètre 2
...
type, longueur, valeur pour paramètre n
type, longueur, valeur pour séquence MIC de CM

Figure B.III-3/J.112 – Ajout de la vérification MIC CM

- 3) Calculer le réglage de configuration de vérification d'intégrité du message (MIC) CMTS de la manière définie au B.III.6 et ajouter au fichier suivant la vérification MIC CM qui utilise les valeurs de code et de longueur définies pour ce champ.

type, longueur, valeur pour paramètre 1
type, longueur, valeur pour paramètre 2
...
type, longueur, valeur pour paramètre n
type, longueur, valeur pour séquence MIC de CM
type, longueur, valeur pour séquence MIC de CMTS

Figure B.III-4/J.112 – Ajout de la vérification MIC CMTS

- 4) Ajouter le marqueur de fin de données.

type, longueur, valeur pour paramètre 1
type, longueur, valeur pour paramètre 2
...
type, longueur, valeur pour paramètre n
type, longueur, valeur pour séquence MIC de CM
type, longueur, valeur pour séquence MIC de CMTS
marqueur de fin de données

Figure B.III-5/J.112 – Ajout du marqueur de fin de données

B.III.5 Calcul de la vérification de séquence MIC de CM

Le réglage de configuration de vérification d'intégrité du message CM DOIT être calculé par l'exécution d'un précis MD5 appliqué aux octets des champs de réglage de configuration qui apparaissent dans l'image transmise par protocole TFTP, sans tenir compte de l'ordre ou du contenu des TLV. Il y a deux exceptions à cette non-prise en compte du contenu de l'image transmise par protocole TFTP:

- 1) les octets du paramètre TLV dans la séquence MIC du CM sont omis du calcul. Cela inclut les champs de type, longueur et valeur;
- 2) les octets du paramètre TLV dans la séquence MIC du CMTS sont omis du calcul. Cela inclut les champs de type, longueur et valeur.

Dès réception d'un champ de configuration, le CM DOIT recalculer le précis et le comparer au réglage de configuration de vérification MIC de CM contenu dans le fichier. Si les précis ne correspondent pas, le fichier de configuration DOIT être éliminé.

B.III.6 Calcul de la vérification MIC CMTS

Le réglage de configuration de vérification d'intégrité du message CMTS DOIT être calculé par un précis MD5 appliqué aux champs de réglage de configuration suivants (s'ils sont présents dans le fichier de configuration) dans l'ordre indiqué:

- réglage de configuration de fréquence dans le sens descendant;
- réglage de configuration d'identificateur de voie montante;
- réglage de configuration d'accès réseau;
- réglage de configuration de classe de service;
- réglage de configuration d'identificateur de fournisseur;
- réglage de configuration de sécurisation de base;
- réglage de configuration spécifique au fournisseur;
- réglage de configuration de vérification MIC du CM;
- chaîne d'authentification.

Les champs de réglage de configuration sont traités comme s'il s'agissait de données adjacentes lors du calcul du précis MD5.

Le précis DOIT être ajouté au fichier de configuration en tant que champ de réglage de configuration proprement dit en utilisant le codage de réglage de configuration de vérification MIC CMTS.

La chaîne d'authentification est un secret partagé entre le serveur de mise en service (qui crée les fichiers de configuration) et le CMTS. Elle permet au CMTS d'authentifier la mise en service de CM.

Le mécanisme par lequel le secret partagé est géré dépend de l'opérateur système.

A la réception d'un fichier de configuration, le CM DOIT renvoyer la vérification MIC CMTS dans la demande d'enregistrement (REG-REQ).

A la réception d'une demande REG-REQ, le CMTS DOIT recalculer le précis sur les champs inclus et sur la chaîne d'authentification et le comparer au réglage de configuration MIC CMTS dans le fichier. Si les précis ne correspondent pas, la demande d'enregistrement DOIT être rejetée en fixant le résultat de défaut d'enregistrement dans le champ d'état de la réponse d'enregistrement.

B.III.6.1 Calcul du précis

Les champs de précis DOIVENT être calculés en utilisant le mécanisme défini dans [RFC-2104].

B.III.7 Réglages de configuration d'enregistrement

Les réglages de configuration suivants sont utilisés dans les messages d'enregistrement. Voir B.III.6.3.2 pour plus de détails sur ces messages.

Demande d'enregistrement

- réglage de configuration de fréquence dans le sens descendant;
- réglage de configuration d'identificateur de voie montante;
- réglage de configuration d'accès réseau;

- réglage de configuration de classe de service;
- réglage de configuration des capacités du modem;
- réglage de configuration d'identificateur de fournisseur;
- réglage de configuration de sécurisation de base;
- extensions spécifiques au fournisseur;
- vérification MIC CM;
- vérification MIC CMTS;
- adresse IP de modem.

Réponse d'enregistrement

- réglage de configuration de classe de service;
- réglage de configuration des capacités du modem;
- réglage de configuration d'identificateur de fournisseur;
- extensions spécifiques au fournisseur.

B.III.8 Codages

Les codages type/longueur/valeur suivants DOIVENT être utilisés aussi bien dans le fichier de configuration que dans les demandes d'enregistrement de CM et les réponses de CMTS. Toutes les valeurs multi-octets sont dans l'ordre réseau-octet, ce qui signifie que l'octet qui contient les bits de plus fort poids est transmis en premier sur le câble.

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être pris en charge par tous les CM conformes à la présente spécification.

B.III.8.1 Marqueur de fin de données

Il s'agit d'un marqueur particulier pour la fin de données.

Il ne dispose pas de champs de longueur ou de valeur:

type

255

B.III.8.2 Réglage de configuration de complément

Il ne dispose pas de champs de longueur ou de valeur et est uniquement utilisé après le marqueur de fin de données afin de compléter le fichier de sorte qu'il contienne un nombre total de mots de 32 bits.

type

0

B.III.8.3 Réglage de configuration de fréquence dans le sens descendant

Il s'agit de la fréquence de réception que le CM doit utiliser. Celle-ci est prioritaire sur la voie sélectionnée pendant le balayage. C'est la fréquence centrale de la voie descendante exprimée en Hz et mise en mémoire en tant que nombre binaire de 32 bits.

Type	Longueur	Fréquence rx
1	4	rx1 rx2 rx3 rx4

Gamme valide

La fréquence de réception DOIT être un multiple de 62 500 Hz.

B.III.8.4 Réglage de configuration d'identificateur de voie montante

Il s'agit de l'identificateur de voie montante que le CM DOIT utiliser. Le CM DOIT rester à l'écoute sur la voie descendante définie jusqu'à ce qu'il trouve un message de description de voie montante contenant cet identificateur. Celui-ci est prioritaire sur la voie sélectionnée pendant l'initialisation.

Type	Longueur	Valeur
2	1	identificateur de voie

B.III.8.5 Objet de commande d'accès au réseau

Si le champ valeur contient un 1, le CM est autorisé à accéder au réseau; s'il contient un 0 il n'est pas autorisé.

Type	Longueur	Booleen
3	1	1 ou 0

B.III.8.6 Réglage de configuration de classe de service

Ce champ définit les paramètres associés à une classe de service. Il est relativement complexe du fait qu'il comporte un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés. Les champs encapsulés définissent les paramètres particuliers de classe de service pour la classe de service considérée. Il convient de noter que les champs de type définis ne sont valides qu'au sein de la chaîne de réglages de configuration de données de classe de service encapsulée. Un seul réglage de configuration de données de classe de service est utilisé pour définir les paramètres d'une seule classe de service. Les définitions de classes multiples utilisent des ensembles de réglages de configuration de données de classes de service multiples.

Type	Longueur	Valeur
4	n	

B.III.8.6.1 Codages de classe de service interne

B.III.8.6.1.1 Identificateur de classe

La valeur du champ spécifie l'identificateur pour la classe de service à laquelle la chaîne encapsulée s'applique.

Type	Longueur	Valeur
1	1	

Gamme valide

L'identificateur de classe DOIT s'inscrire dans une gamme comprise entre 1 et 16.

B.III.8.6.1.2 Réglage de configuration de débit maximal dans le sens descendant

La valeur de ce champ spécifie le débit maximal en bits/s autorisé par cette classe de service sur la voie descendante. Il s'agit du débit crête pour les données d'unité PDU de paquet (y compris l'adresse MAC de destination et le contrôle CRC) sur un intervalle d'une seconde. Cette valeur représente la limite du modem et non une garantie que ce débit est effectivement disponible.

Type	Longueur	Valeur
2	4	

B.III.8.6.1.3 Réglage de configuration de débit maximal dans le sens montant

La valeur de ce champ spécifie le débit maximal en bits/s autorisé par cette classe de service sur la voie montante. Il s'agit du débit crête pour les données d'unité PDU de paquet (y compris l'adresse MAC de destination et le contrôle CRC) sur un intervalle d'une seconde. Cette valeur représente la limite du modem et non une garantie que ce débit est effectivement disponible.

Type	Longueur	Valeur
3	4	

B.III.8.6.1.4 Réglage de configuration de priorité de voie montante

La valeur de ce champ spécifie la priorité relative attribuée à cette classe de service pour la transmission de données sur la voie montante. Des valeurs plus élevées indiquent une priorité supérieure.

Type	Longueur	Valeur
4	1	

Gamme valide

0 → 7

B.III.8.6.1.5 Réglage de configuration de débit minimal garanti dans la voie montante

La valeur de ce champ spécifie le débit en bits/s qui est garanti à cette classe de service sur la voie montante.

Type	Longueur	Valeur
5	4	

B.III.8.6.1.6 Réglage de configuration de rafale de transmission maximale sur la voie montante

La valeur de ce champ spécifie la rafale de transmission maximale (en unités de mini-intervalles) que cette classe de service autorise sur la voie montante.

Type	Longueur	Valeur
6	2	255

Gamme valide

0 → 255 pour version initiale.

NOTE – Le champ longueur de 2 octets est retenu afin de prendre en charge d'éventuelles futures extensions des tailles de rafale autorisées.

B.III.8.6.1.7 Activation de la sécurisation par classe de service

Ce réglage de configuration active/désactive la sécurisation de base dans une classe de service fournie sur demande. Voir [MCNS8].

Type	Longueur	Activation/désactivation
7 (= CoS_BP_ENABLE)	1	1 ou 0

Tableau B.III-1/J.112 – Exemple de codage de classe de service

Type	Longueur	Valeur (sous)-type	Longueur	Valeur	
4	28	1	1	1	réglage de configuration de classe de service classe de service 1 débit aller maximal de 10 Mbit/s débit retour maximal de 2 Mbit/s priorité de voie retour de 5 minimum garanti de 64 kbit/s rafale de transmission maximale de 100 mini-intervalles
		2	4	10 000 000	
		3	4	2 000 000	
		4	1	5	
		5	4	64 000	
		6	2	100	
4	28	1	1	2	réglage de configuration de classe de service classe de service 2 débit aller maximal de 5 Mbit/s débit retour maximal de 1 Mbit/s priorité de voie retour de 3 minimum garanti de 32 kbit/s rafale de Transmission maximale de 50 mini-intervalles
		2	4	5 000 000	
		3	4	1 000 000	
		4	1	3	
		5	4	32 000	
		6	2	50	

B.III.8.7 Réglage de configuration des capacités du modem

Le champ valeur décrit les capacités d'un modem particulier, c'est-à-dire les caractéristiques FACULTATIVES qu'un modem peut prendre en charge. Il comporte un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés. Les champs encapsulés définissent les capacités spécifiques du modem considéré. Il convient de noter que les champs de type définis ne sont valides qu'au sein de la chaîne de réglages de configuration de données de classe de service encapsulée.

Type	Longueur	Valeur
5	n	

L'ensemble de champs encapsulés possibles est décrit ci-dessous.

B.III.8.7.1 Prise en charge de concaténation

Si le champ valeur contient un 1, le modem peut prendre en charge la concaténation, s'il contient un 0 il ne le peut pas.

Type	Longueur	Booléen
1	1	1 ou 0

Tableau B.III-2/J.112 – Exemple de codage de capacité

Type	Longueur	Valeur (sous)-type	Longueur	Valeur	
5		1	1	1	Réglage de configuration des capacités du modem Concaténation prise en charge

B.III.8.8 Réglage de configuration de vérification d'intégrité du message (MIC) CM

Le champ valeur contient le code de vérification d'intégrité du message CM. Celui-ci est utilisé afin de déceler des modifications non autorisées ou la corruption du fichier de configuration.

Type	Longueur	Valeur
6	16	d1 d2 ... d16

B.III.8.9 Réglage de configuration de vérification d'intégrité du message (MIC) CMTS

Le champ valeur contient le code de vérification d'intégrité du message CMTS. Celui-ci est utilisé afin de détecter des modifications non autorisées ou la corruption du fichier de configuration.

Type	Longueur	Valeur
7	16	d1 d2 ... d16

B.III.8.10 Réglage de configuration de l'identificateur de fournisseur

Le champ valeur contient l'identification du fournisseur spécifiée par l'identificateur de 3 octets propre à une organisation contenu dans l'adresse MAC du CM.

Type	Longueur	Valeur
8	3	v1, v2, v3

B.III.8.11 Nom de fichier de mise à jour de logiciel

Il s'agit du nom de fichier du fichier de mise à jour de logiciel pour le CM. Il s'agit uniquement d'un nom de fichier et non d'un chemin d'accès complet. Le fichier se trouve généralement dans le répertoire public TFTP.

Type	Longueur	Valeur
9	n	nom de fichier

NOTE – La longueur du nom de fichier DOIT être inférieure ou égale à 64 octets.

B.III.8.12 Commande d'accès en écriture du protocole SNMP

Cet objet permet de désactiver des accès "actifs" de protocole SNMP à des objets MIB particuliers. Chaque instance de cet objet commande l'accès à tous les objets MIB microprogrammables dont le préfixe d'identificateur d'objet (OID) correspond. Cet objet peut être répété pour désactiver l'accès à un nombre quelconque d'objets MIB.

Type	Longueur	Valeur
10	n	préfixe d'identificateur OID plus indicateur de commande

où n est la taille du codage selon les règles de codage de base ASN.1 [ISO/CEI 8825] du préfixe de l'identificateur OID plus un octet pour l'indicateur de commande.

L'indicateur de commande peut prendre les valeurs:

- 0 autorise l'accès en écriture
- 1 interdit l'accès en écriture

Tout préfixe d'identificateur OID peut être utilisé. L'identificateur OID nul 0.0 peut être utilisé pour commander l'accès à tous les objets MIB. (L'identificateur OID 1.3.6.1 a le même effet.)

Lorsque plusieurs instances de cet objet sont présentes et se chevauchent, le préfixe le plus long (plus significatif) a la priorité. Un exemple possible est:

- someTable interdit l'accès en écriture
- someTable.1.3 autorise l'accès en écriture

Dans cet exemple, l'accès est interdit à tous les objets dans someTable à l'exception de someTable.1.3.

B.III.8.13 Objet MIB de protocole SNMP

Cet objet permet à des objets MIB de protocole SNMP arbitraires d'être activés par le biais du procédé d'enregistrement TFTP.

Type	Longueur	Valeur
11	n	corrélation de variable

où la valeur est une corrélation VarBind de protocole SNMP telle que définie dans [RFC-1157]. La corrélation VarBind est codée selon les règles de codage de base ASN.1, comme si elle faisait partie d'une demande d'activation de protocole SNMP.

Le câblo-modem DOIT traiter cet objet comme s'il faisait partie d'une demande d'activation de protocole SNMP avec les exceptions suivantes:

- il DOIT traiter la demande comme si elle était totalement autorisée (il ne peut refuser la demande pour un manque de privilège);
- les mises en service de commande en écriture de protocole SNMP (voir sous-paragraphe précédent) ne s'appliquent pas;
- aucune réponse SNMP n'est générée par le CM.

Cet objet PEUT être répété avec différentes corrélations VarBinds afin "d'activer" un nombre donné d'objets MIB. Toutes ces activations DOIVENT être traitées comme si elles étaient simultanées.

Chaque corrélation VarBind DOIT être limitée à 255 octets.

B.III.8.14 Informations spécifiques au fournisseur

Pour les câblo-modems, les informations spécifiques au fournisseur, si elles existent, DOIVENT être codées dans le fichier de configuration en utilisant le code d'informations spécifiques au fournisseur (43) en appliquant les règles définies dans [RFC-1533]. Le champ d'identificateur de fournisseur DOIT exister si ce réglage de configuration est utilisé. Ce réglage de configuration PEUT apparaître à plusieurs reprises.

Type	Longueur	Valeur
43	n	selon la définition du fournisseur

B.III.8.15 Adresse IP du modem

Cet objet informe le CMTS de l'adresse IP mise en service pour le câblo-modem.

Type	Longueur	Valeur
12	4	adresse IP

Cet objet apparaît uniquement dans le message de demande d'enregistrement.

Cette adresse ne joue aucun rôle dans les protocoles définis dans la présente spécification, elle est toutefois intégrée afin de faciliter la gestion du réseau.

B.III.8.16 Réponse de service ou de services non disponibles

Ce réglage de configuration DOIT être intégré au message de réponse d'enregistrement si le CMTS est dans l'impossibilité ou ne souhaite pas accorder les classes de service demandées dans la demande d'enregistrement. Bien que cette valeur s'applique uniquement à la classe de service qui a échoué, toute la demande d'enregistrement DOIT être considérée comme ayant échoué (aucun réglage de configuration de classe de service n'est accordé).

Type	Longueur	Valeur
13	3	identificateur de classe, type, raison

où:

- identificateur de classe est la classe de service demandée qui n'est pas disponible;
- type est l'objet particulier au sein de la classe de service qui entraîne le rejet de la demande;

- raison est la raison du rejet parmi une des raisons suivantes:
 - reason-other(1);
 - reason-unrecognized-configuration-setting(2);
 - reason-temporary(3);
 - reason-permanent(4).

Ces codes de raison DOIVENT être utilisés de la manière suivante:

- reason-other(1) est utilisé quand aucun autre code de raison n'est applicable;
- reason-unrecognized-configuration-setting(2) est utilisé quand un type de classe de service n'est pas reconnu ou quand sa valeur est hors de la gamme spécifiée;
- reason-temporary(3) indique que la charge actuelle d'identificateurs de services ou de politiques de transmission au niveau du CMTS empêche de satisfaire la demande, mais que la demande peut aboutir à un autre moment;
- reason-permanent(4) indique que pour des raisons de politique, de configuration ou de capacité de CMTS, la demande ne sera jamais satisfaite sauf si le CMTS est reconfiguré manuellement ou remplacé.

B.III.8.17 Adresse MAC Ethernet d'équipements CPE

Cet objet configure le CM avec une adresse MAC Ethernet d'un appareil d'équipement CPE (voir B.3.1.2.3.1). Cet objet peut être répété afin de configurer un nombre quelconque d'adresses d'appareil CPE.

Type	Longueur	Valeur
14	6	adresse MAC Ethernet d'équipements CPE

Cet objet apparaît uniquement dans le fichier de configuration.

B.III.8.18 Option de réglages téléphoniques

Ce réglage de configuration décrit les paramètres qui sont propres aux systèmes téléphoniques par retour. Ce réglage est constitué à partir d'un certain nombre de champs TLV encapsulés. Voir [MCNS6].

Type	Longueur	Valeur
15 (= TRI_CFG01)	n	

B.III.8.19 Adresse IP en protocole SNMP

Il s'agit de l'adresse IP du gestionnaire SNMP. Le CM utilise cette adresse pour signaler un problème posé par le réseau câblé.

Type	Longueur	Valeur
16 (= TRI_CFG02)	4	IntegerIPAddress

B.III.8.20 Option de réglages de configuration pour la sécurisation de base

Ce réglage de configuration décrit les paramètres qui sont propres à la sécurisation de base. Il se compose d'un certain nombre de champs TLV. Voir [MCNS8].

Type	Longueur	Valeur
17 (= BP_CFG)	n	

Appendice B.IV

Définition de service de sous-couche MAC

La sous-couche MAC assure les services suivants, conformément à la norme [ISO/CEI 15802-1]. Il s'agit d'une interface interne au sein du CM et du CMTS qui n'est fournie qu'à titre de référence.

B.IV.1 Service au niveau du CM

Les primitives de service suivantes sont fournies à l'entité de protocole de couche supérieure par la sous-couche MAC. Elles représentent un résumé des services fournis et n'impliquent pas une implémentation particulière.

MAC_CM_802_DATA.request
MAC_CM_DIX_DATA.request
MAC_CM_ATM_DATA.request
MAC_CM_802_DATA.indication
MAC_CM_DIX_DATA.indication
MAC_CM_ATM_DATA.indication
MAC_CM_DATA.acknowledgment

B.IV.2 Demande MAC_CM_802_DATA

Emise par la couche supérieure pour demander une transmission du CM sur une voie montante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- service_ID;
- contention_and_acknowledgment_constraints – Spécifie si cette demande PEUT ou NE PEUT PAS être satisfaite dans un intervalle en mode contention. Normalement, le CM demande au CMTS d'accuser réception des données en mode contention;
- destination_address;
- source_address (FACULTATIVE) – Si elle n'est pas écrasée explicitement, l'adresse de ce point MSAP est utilisée;
- LLC_pdu;
- padding (FACULTATIF) – PEUT être utilisé si l'unité PDU LLC est inférieure à 60 octets et qu'il est souhaité de maintenir la transparence selon l'ISO 8802-3;
- frame_check_sequence (FACULTATIVE) – PEUT être assurée si la transparence selon l'ISO 8802-3 est souhaitée. Autrement, une somme de contrôle CRC de 32 bits est calculée par la sous-couche MAC;
- la longueur.

B.IV.3 Demande MAC_CM_DIX_DATA

Emise par la couche supérieure pour demander une transmission du CM sur une voie montante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- service_ID;
- contention_and_acknowledgment_constraints – Spécifie si cette demande PEUT ou NE PEUT PAS être satisfaite dans un intervalle en mode contention. Normalement, le CM demande au CMTS d'accuser réception des données en mode contention;
- destination_address;
- source_address (FACULTATIVE) – Si elle n'est pas écrasée explicitement, l'adresse de ce point MSAP est utilisée;
- le type ethernet;
- ethernet_dix_pdu;
- la longueur.

B.IV.4 Demande MAC_CM_ATM_DATA

Emise par la couche supérieure pour demander une transmission du CM sur une voie montante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- service_ID;
- contention_and_acknowledgment_constraints – Spécifie si cette demande PEUT ou NE PEUT PAS être satisfaite dans un intervalle en mode contention. Normalement, le CM demande au CMTS d'accuser réception des données en mode contention;
- une ou plusieurs cellules ATM. Les cellules ne sont pas nécessairement dans le même circuit virtuel ou trajet virtuel;
- la longueur.

B.IV.5 Indication MAC_CM_802_DATA

Emise par la commande MAC du CM afin d'indiquer la réception de données sur la voie descendante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- destination_address;
- source_address;
- LLC_pdu;
- padding (FACULTATIF) – PEUT être utilisé si l'unité PDU LLC était inférieure à 60 octets et que la transparence selon l'ISO 8802-3 était souhaitée;
- frame_check_sequence;
- la longueur.

B.IV.6 Indication MAC_CM_DIX_DATA

Emise par la commande MAC du CM afin d'indiquer la réception de données de la voie descendante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- destination_address;
- source_address;
- le type ethernet;
- ethernet_dix_pdu;
- frame_check_sequence;
- la longueur.

B.IV.7 Indication MAC_CM_ATM_DATA

Emise par la commande MAC du CM afin d'indiquer la réception de données de la voie descendante. Les paramètres sont:

- channel_ID – PEUT être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- service_ID;
- une ou plusieurs cellules ATM. Les cellules ne sont pas nécessairement dans le même circuit virtuel ou trajet virtuel;
- la longueur.

B.IV.8 Accusé de réception MAC_CM_DATA

Emis par la commande MAC du CM afin d'indiquer la réception d'un accusé de réception sur la voie descendante. (Un accusé de réception est un élément d'information dans une unité PDU MAP (voir B.6.4.1.1). Le CMTS DOIT inclure cet élément IE en réponse à une transmission de données dans le sens montant qui comprend une demande d'accusé de réception.) Les paramètres sont:

- channel_ID – La voie descendante sur laquelle l'accusé de réception a été reçu. Peut être implicite si l'appareil prend en charge l'association à une seule voie;
- service_ID;
- la longueur.

Appendice B.V

Exemples de profils de rafale

B.V.1 Introduction

Les Tableaux B.V-1 à B.V-4 contiennent des exemples de profils de rafale de voie pour différentes combinaisons de format de modulation et de rapidité de modulation. La colonne appelée Colonne #1 dans les Tableaux B.V-1 à B.V-4 correspond au type de rafale de demande. Les autres colonnes correspondent au type de rafale de communication (ou de données). Le Tableau B.V-5 contient des exemples de profils de rafale de voie qui correspondent aux types de rafale de mise sous tension ou aux types de rafale d'acquisition (pour l'utilisation sur une nouvelle voie – ou simplement pour une révision des paramètres uniques d'utilisateur).

Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur est variable pour ce type de rafale dans cette voie et qu'elle sera attribuée par le CMTS pour chaque rafale.

Une superchaîne de préambule programmable, d'une longueur inférieure ou égale à 1024 bits, fait partie du profil ou des attributs disponibles dans la voie, communs à tous les profils de rafale de cette voie (voir B.6.3.2.2 et Tableau B.6-14). Mais chaque profil de rafale est en mesure de spécifier l'emplacement du début dans cette séquence de bits et la longueur du préambule (voir B.6.3.2.2 et Tableau B.6-15). Le premier bit du motif de préambule est indiqué par le décalage de valeur de préambule qui est décrit au Tableau B.6-15 et au B.6.3.2.2. Le premier bit du motif de préambule est le premier bit introduit dans le mappeur de symboles (voir la Figure B.4-8) et est I_1 dans le premier symbole de la rafale (voir B.4.2.2.2). Par exemple, conformément au Tableau B.6-15, pour une valeur de décalage de préambule = 100, le 101^e bit de la superchaîne de préambule est le premier bit à entrer dans le mappeur de symboles et le 102^e bit est le deuxième bit à entrer dans le mappeur et est mappé en Q_1 , et ainsi de suite. Un exemple de superchaîne de préambule d'une longueur de 1024 bits est donné au B.V.2.

Le Tableau B.V-6 contient les formats de trame pour toutes les rapidités de modulation MDPQ pour l'exemple de rafale de demande et pour trois exemples de longueurs de mot de code pour les rafales de communication, avec un mot de code par rafale. De plus, des formats de rafale sont présentés pour chacun des débits avec deux exemples de longueur de mot de code avec quatre mots de code par rafale. Pour chaque exemple de format, le débit d'information de la rafale est calculé et fourni dans le tableau. Pour la rafale de demande, les 6 octets de "données" sont supposés représenter l'information, et le reste concerne la redondance. Pour les rafales de communication, le préambule, l'espacement (intervalle de garde), la parité FEC et l'exemple d'en-tête MAC de 6 octets sont supposés correspondre à la redondance destinée au calcul du débit d'information.

Le Tableau B.V-7 est structuré de la même manière que le Tableau B.V-6, mais avec les exemples de formats pour la modulation MAQ 16.

B.V.2 Exemple de séquence préambule

Exemple de séquence préambule de 1024 bits pour les Tableaux B.V-1 à B.V-5:

Bits 1 à 128:

```
1100 1100 1111 0000 1111 1111 1100 0000 1111 0011 1111 0011 0011 0000 0000 1100  
0011 0000 0011 1111 1111 1100 1100 1100 1111 0000 1111 0011 1111 0011 1100 1100
```

Bits 129 à 256:

```
0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100  
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000
```

Bits 257 à 384:

```
1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000  
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110
```

Bits 385 à 512:

```
0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010  
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010
```

Bits 513 à 640:

```
0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 1110 0010  
0010 1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010
```

Bits 641 à 768:

0010 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 0010 1110 1110 1110 1110 0010 0010 1110
0010 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 0010 0010

Bits 769 à 896:

0010 1110 1110 1110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 1110 0010 0010
1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010 0010

Bits 897 à 1024:

1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 0010 1110 1110 1110 1110 0010 0010 1110 0010
1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110

B.V.3 Exemples de profils de rafale

Voir les Tableaux B.V-1 à B.V-7.

Tableau B.V-1/J.112 – Exemple de valeurs de paramètre de rafale de voie pour l'exploitation en MDPQ à 160, 320 et 640 kBd

Paramètre	Réglages de configuration	#1	#2	#3	#4	#5
Modulation	MDPQ, MAQ 16	MDPQ	MDPQ	MDPQ	MDPQ	MDPQ
Code Diff	Marche/arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Rapidité de modulation	5 réglages de configuration	160, 320 ou 640 kBd				
Longueur du préambule	0,4-1024 bits	56 bits	64 bits	64 bits	64 bits	64 bits
Localisation du début du préambule	1024 réglages de configuration	15	7	7	7	7
Valeurs de préambule	1024 bits programmables	c)	c)	c)	c)	c)
FEC marche/arrêt	Marche/arrêt	Arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	1 à 255	N/A	32	56	64	220
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10	N/A	4	7	8	10
Longueur du dernier mot de code	Fixe ou raccourci	N/A	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Marche/arrêt du brouilleur	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche	Marche
Valeur de départ du brouilleur	15 bits ^{b)}	par défaut				
Longueur de rafale en mini-intervalles ^{a)}	0 à 255	3	0	0	0	0
<p>a) Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur de ce type de rafale est variable dans cette voie.</p> <p>b) 15 bits dans un champ de 16 bits.</p> <p>c) Voir B.V.2.</p>						

**Tableau B.V-2/J.112 – Exemple de valeurs de paramètre de rafale de voie
pour l'exploitation en MDPQ à 1,28, 2,56 MBd**

Paramètre	Réglages de configuration	#1	#2	#3	#4	#5
Modulation	MDPQ, MAQ 16	MDPQ	MDPQ	MDPQ	MDPQ	MDPQ
Code Diff	Marche/arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Rapidité de modulation	5 réglages de configuration	1,28 ou 2,56 MBd				
Longueur du préambule	0,4-1024 bits	48 bits	96 bits	96 bits	96 bits	96 bits
Localisation du début du préambule	1024 réglages de configuration	19	125	125	125	125
Valeurs de préambule	1024 bits programmables	c)	c)	c)	c)	c)
FEC marche/arrêt	Marche/arrêt	Arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	1 à 255	N/A	40	56	64	220
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10	N/A	4	4	4	10
Longueur du dernier mot de code	Fixe ou raccourci	N/A	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Marche/arrêt du brouilleur	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche	Marche
Valeur de départ du brouilleur	15 bits ^{b)}	par défaut				
Longueur de rafale en mini-intervalles ^{a)}	0 à 255	4	0	0	0	0
<p>a) Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur de ce type de rafale est variable dans cette voie.</p> <p>b) 15 bits dans un champ de 16 bits.</p> <p>c) Voir B.V.2.</p>						

**Tableau B.V-3/J.112 – Exemple de valeurs de paramètre de rafale de voie
pour l'exploitation en MAQ 16 à 160, 320 et 640 kBd**

Paramètre	Réglages de configuration	#1	#2	#3	#4	#5
Modulation	MDPQ, MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16
Code Diff	Marche/arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Rapidité de modulation	5 réglages de configuration	160, 320 ou 640 kBd				
Longueur du préambule	0,4-1024 bits	80 bits	128 bits	128 bits	128 bits	128 bits
Localisation du début du préambule	1024 réglages de configuration	429	385	385	385	385
Valeurs de préambule	1024 bits programmables	c)	c)	c)	c)	c)
FEC marche/arrêt	Marche/arrêt	Arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	1 à 255	N/A	32	56	64	220
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10	N/A	4	7	8	10
Longueur du dernier mot de code	Fixe ou raccourci	N/A	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Marche/arrêt du brouilleur	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche	Marche
Valeur de départ du brouilleur	15 bits ^{b)}	par défaut				
Longueur de rafale en mini-intervalles ^{a)}	0 à 255	2	0	0	0	0
<p>a) Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur de ce type de rafale est variable dans cette voie.</p> <p>b) 15 bits dans un champ de 16 bits.</p> <p>c) Voir B.V.2.</p>						

**Tableau B.V-4/J.112 – Exemple de valeurs de paramètre de rafale de voie
pour l'exploitation en MAQ 16 à 1,28 et 2,56 MBd**

Paramètre	Réglages de configuration	#1	#2	#3	#4	#5
Modulation	MDPQ, MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16	MAQ 16
Code Diff	Marche/arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Rapidité de modulation	5 réglages de configuration	1,28 ou 2,56 MBd				
Longueur du préambule	0,4-1024 bits	144 bits	192 bits	192 bits	192 bits	192 bits
Localisation du début du préambule	1024 réglages de configuration	709	621	621	621	621
Valeurs de préambule	1024 bits programmables	c)	c)	c)	c)	c)
FEC marche/arrêt	Marche/arrêt	Arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	1 à 255	N/A	40	56	64	220
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10	N/A	4	4	4	10
Longueur du dernier mot de code	Fixe ou raccourci	N/A	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Marche/arrêt du brouilleur	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche	Marche
Valeur de départ du brouilleur	15 bits ^{b)}	par défaut				
Longueur de rafale en mini-intervalles ^{a)}	0 à 255	4	0	0	0	0
<p>a) Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur de ce type de rafale est variable dans cette voie.</p> <p>b) 15 bits dans un champ de 16 bits.</p> <p>c) Voir B.V.2.</p>						

**Tableau B.V-5/J.112 – Exemple de valeurs de paramètre de rafale de voie
pour la mise sous tension et l'acquisition dans une nouvelle voie**

Paramètre	Réglages de configuration	#1	#2	#3	#4
Modulation	MDPQ, MAQ 16	MDPQ	MDPQ	MAQ 16	MAQ 16
Code Diff	Marche/arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt	Arrêt
Rapidité de modulation	5 réglages de configuration	160, 320 ou 640 kBd	1,28 ou 2,56 MBd	160, 320 ou 640 kBd	1,28 ou 2,56 MBd
Longueur du préambule	0,4-1024 bits	1024 bits	1024 bits	1024 bits	1024 bits
Localisation du début du préambule	1024 réglages de configuration	1	1	1	1
Valeurs de préambule	1024 bits programmables	c)	c)	c)	c)
FEC marche/arrêt	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Octets d'informations de mot de code FEC (k)	1 à 255	60	60	60	60
Correction d'erreur FEC (T octets)	0 à 10	10	10	10	10
Longueur du dernier mot de code	Fixe ou raccourci	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Marche/arrêt du brouilleur	Marche/arrêt	Marche	Marche	Marche	Marche
Valeur de départ du brouilleur	15 bits ^{b)}	par défaut	par défaut	par défaut	par défaut
Longueur de rafale en mini-intervalles ^{a)}	0 à 255	42	53	21	27
<p>a) Une longueur de rafale de 0 mini-intervalles dans le profil de voie signifie que la longueur de ce type de rafale est variable dans cette voie.</p> <p>b) 15 bits dans un champ de 16 bits.</p> <p>c) Voir B.V.2.</p>					

Tableau B.V-6/J.112 – Exemples de formats de trames pour l'exploitation en MDPQ

Paramètre	160 kBd	320 kBd	640 kBd	1,28 MBd	2,56 MBd
Rafale de demande					
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	24 (6)	24 (6)	24 (6)	24 (6)	24 (6)
Symboles de préambule (octets)	28 (7)	28 (7)	28 (7)	24 (6)	24 (6)
Total de symboles (octets)	60 (15)	60 (15)	60 (15)	64 (16)	64 (16)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	3	3	3	4	4
Durée totale de rafale (microsecondes)	375	187,5	93,75	50	25
Débit d'information (6 octets par rafale)	128 kbit/s	256 kbit/s	512 kbit/s	960 kbit/s	1,92 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	4	4	4	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	128 (32)	128 (32)	128 (32)	160 (40)	160 (40)
Symboles de parité (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	32 (8)
Symboles de préambule (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	48 (12)	48 (12)
Total de symboles (octets)	200 (50)	200 (50)	200 (50)	256 (64)	256 (64)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 8 = 10	2 + 8 = 10	2 + 8 = 10	4 + 12 = 16	4 + 12 = 16
Durée totale de rafale (microsecondes)	1250	625	312,5	200	100
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	166,4 kbit/s	332,8 kbit/s	665,6 kbit/s	1,360 Mbit/s	2,720 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	8	8	8	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	256 (64)	256 (64)	256 (64)	256 (64)	256 (64)
Symboles de parité (octets)	64 (16)	64 (16)	64 (16)	32 (8)	32 (8)
Symboles de préambule (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	48 (12)	48 (12)
Total de symboles (octets)	360 (90)	360 (90)	360 (90)	352 (88)	352 (88)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 16 = 18	2 + 16 = 18	2 + 16 = 18	4 + 18 = 22	4 + 18 = 22
Durée totale de rafale (microsecondes)	2250	1125	562,5	275	137,5
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	206,2 kbit/s	412,4 kbit/s	824,9 kbit/s	1,687 Mbit/s	3,375 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	10	10	10	10	10

Tableau B.V-6/J.112 – Exemples de formats de trames pour l'exploitation en MDPQ (fin)

Paramètre	160 kBd	320 kBd	640 kBd	1,28 MBd	2,56 MBd
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	880 (220)	880 (220)	880 (220)	880 (220)	880 (220)
Symboles de parité (octets)	80 (20)	80 (20)	80 (20)	80 (20)	80 (20)
Symboles de préambule (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	48 (12)	48 (12)
Total de symboles (octets)	1000 (250)	1000 (250)	1000 (250)	1024 (256)	1024 (256)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 48 = 50	2 + 48 = 50	2 + 48 = 50	4 + 60 = 64	4 + 60 = 64
Durée totale de rafale (microsecondes)	6250	3125	1562,5	800	400
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	273,9 kbit/s	547,8 kbit/s	1,096 Mbit/s	2,140 Mbit/s	4,280 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}
Erreurs corrigées par mot de code	8	8	8	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	1024 (256)	1024 (256)	1024 (256)	1024 (256)	1024 (256)
Symboles de parité (octets)	256 (64)	256 (64)	256 (64)	128 (32)	128 (32)
Symboles de préambule (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	48 (12)	48 (12)
Total de symboles (octets)	1320 (330)	1320 (330)	1320 (330)	1216 (304)	1216 (304)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 16 × 4 = 66	2 + 16 × 4 = 66	2 + 16 × 4 = 66	4 + 18 × 4 = 76	4 + 18 × 4 = 76
Durée totale de rafale (microsecondes)	8250	4125	2062,5	950	475
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	242,4 kbit/s	484,8 kbit/s	969,7 kbit/s	2,105 Mbit/s	4,211 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	1 ^{a)}
Erreurs corrigées par mot de code	10	10	10	10	10
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	16 (4)	16 (4)
Symboles de données (octets)	3520 (880)	3520 (880)	3520 (880)	3520 (880)	3520 (880)
Symboles de parité (octets)	320 (80)	320 (80)	320 (80)	320 (80)	320 (80)
Symboles de préambule (octets)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	48 (12)	48 (12)
Total de symboles (octets)	3880 (970)	3880 (970)	3880 (970)	3904 (976)	3904 (976)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 48 × 4 = 194	2 + 48 × 4 = 194	2 + 48 × 4 = 194	4 + 60 × 4 = 244	4 + 60 × 4 = 244
Durée totale de rafale (microsecondes)	24 250	12 125	6062,5	3050	1525
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	288,3 kbit/s	576,7 kbit/s	1,153 Mbit/s	2,292 Mbit/s	4,585 Mbit/s
a)	Les nombres dans le tableau sont donnés pour quatre mots de code par rafale, mais un nombre inférieur ou supérieur de mots de code peut être utilisé, avec les mêmes longueurs de données et de parité que ce qui est présenté dans le tableau.				

Tableau B.V-7/J.112 – Exemples de formats de trames pour l'exploitation en MAQ 16

Paramètre	160 kBd	320 kBd	640 kBd	1,28 MBd	2,56 MBd
Rafale de demande					
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)
Symboles de préambule (octets)	20 (10)	20 (10)	20 (10)	36 (18)	36 (18)
Total de symboles (octets)	40 (20)	40 (20)	40 (20)	64 (32)	64 (32)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2	2	2	4	4
Durée totale de rafale (microsecondes)	250	125	62,5	50	25
Débit d'information (6 octets par rafale)	192 kbit/s	384 kbit/s	768 kbit/s	960 kbit/s	1,920 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	4	4	4	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	64 (32)	64 (32)	64 (32)	80 (40)	80 (40)
Symboles de parité (octets)	16 (8)	16 (8)	16 (8)	16 (8)	16 (8)
Symboles de préambule (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	48 (24)	48 (24)
Total de symboles (octets)	120 (60)	120 (60)	120 (60)	160 (80)	160 (80)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 4 = 6	2 + 4 = 6	2 + 4 = 6	4 + 6 = 10	4 + 6 = 10
Durée totale de rafale (microsecondes)	750	375	187,5	125	62,5
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	277,3 kbit/s	554,7 kbit/s	1,109 Mbit/s	2,176 Mbit/s	4,352 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	7	7	7	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	128 (64)	128 (64)	128 (64)	128 (64)	128 (64)
Symboles de parité (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	16 (8)	16 (8)
Symboles de préambule (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	48 (24)	48 (24)
Total de symboles (octets)	200 (100)	200 (100)	200 (100)	208 (104)	208 (104)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 8 = 10	2 + 8 = 10	2 + 8 = 10	4 + 9 = 13	4 + 9 = 13
Durée totale de rafale (microsecondes)	1250	625	312,5	162,5	81,25
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	371,2 kbit/s	742,4 kbit/s	1,455 Mbit/s	2,855 Mbit/s	5,711 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	1 ^{a)}				
Erreurs corrigées par mot de code	10	10	10	10	10

Tableau B.V-7/J.112 – Exemples de formats de trames pour l'exploitation en MAQ 16 (fin)

Paramètre	160 kBd	320 kBd	640 kBd	1,28 MBd	2,56 MBd
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	440 (220)	440 (220)	440 (220)	440 (220)	440 (220)
Symboles de parité (octets)	40 (20)	40 (20)	40 (20)	40 (20)	40 (20)
Symboles de préambule (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	48 (24)	48 (24)
Total de symboles (octets)	520 (260)	520 (260)	520 (260)	544 (272)	544 (272)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 24 = 26	2 + 24 = 26	2 + 24 = 26	4 + 30 = 34	4 + 30 = 34
Durée totale de rafale (microsecondes)	3250	1625	812,5	425	212,5
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	526,8 kbit/s	1,054 Mbit/s	2,107 Mbit/s	4,028 Mbit/s	8,056 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}
Erreurs corrigées par mot de code	7	7	7	4	4
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	512 (256)	512 (256)	512 (256)	512 (256)	512 (256)
Symboles de parité (octets)	128 (64)	128 (64)	128 (64)	64 (32)	64 (32)
Symboles de préambule (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	48 (24)	48 (24)
Total de symboles (octets)	680 (340)	680 (340)	680 (340)	640 (320)	640 (320)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 8 × 4 = 34	2 + 8 × 4 = 34	2 + 8 × 4 = 34	4 + 9 × 4 = 40	4 + 9 × 4 = 40
Durée totale de rafale (microsecondes)	4250	2125	1062,5	500	250
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	470,6 kbit/s	941,2 kbit/s	1,882 Mbit/s	4,000 Mbit/s	8,000 Mbit/s
Rafale de communication					
Mots de code/rafale	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}	4 ^{a)}
Erreurs corrigées par mot de code	10	10	10	10	10
Symboles d'espacement (octets), c'est-à-dire (symboles d'intervalle de garde -1)	8 (4)	8 (4)	8 (4)	16 (8)	16 (8)
Symboles de données (octets)	1760 (880)	1760 (880)	1760 (880)	1760 (880)	1760 (880)
Symboles de parité (octets)	160 (80)	160 (80)	160 (80)	160 (80)	160 (80)
Symboles de préambule (octets)	32 (16)	32 (16)	32 (16)	48 (24)	48 (24)
Total de symboles (octets)	1960 (980)	1960 (980)	1960 (980)	1984 (992)	1984 (992)
Durée totale de rafale (mini-intervalles)	2 + 24 × 4 = 98	2 + 24 × 4 = 98	2 + 24 × 4 = 98	4 + 30 × 4 = 124	4 + 30 × 4 = 124
Durée totale de rafale (microsecondes)	12 250	6125	3062,5	1550	775
Débit d'information (en-tête MAC exclu)	570,8 kbit/s	1,142 Mbit/s	2,283 Mbit/s	4,511 Mbit/s	9,022 Mbit/s
a) Les nombres dans le tableau sont donnés pour quatre mots de code par rafale, mais un nombre inférieur ou supérieur de mots de code peut être utilisé, avec les mêmes longueurs de données et de parité que ce qui est présenté dans le tableau.					

Appendice B.VI

Rapidités de modulation dans le sens montant

B.VI.1 Introduction

Les sources de pénétration ne sont pas réparties de manière aléatoire dans le spectre de réseau câblé dans le sens montant, mais sont regroupées dans des bandes de fréquences selon le Règlement international des radiocommunications, qui est un traité international auquel la majorité des pays du monde ont adhéré. Dans certaines bandes, des puissances plus élevées sont utilisées et il est par conséquent plus probable d'y trouver des pénétrations. Le motif d'attribution peut facilement être reconnu en examinant la bande du réseau câblé dans le sens montant à l'aide d'un analyseur de spectre.

Les rapidités de modulation dans le sens montant et la flexibilité dans le choix de fréquences porteuses dans le sens montant définies dans le présent appendice permettent aux opérateurs de positionner les porteuses dans les parties du spectre du réseau câblé dans le sens montant qui sont le moins exposées à des pénétrations à bande étroite.

B.VI.2 Sources de pénétration à bande étroite

Les émetteurs radio dans la partie haute fréquence (HF) du spectre radio (3 à 30 MHz) sont la source principale de pénétration à bande étroite. Les émetteurs susceptibles d'affecter les voies montantes de réseaux câblés peuvent être situés au niveau local, national ou international.

B.VI.2.1 Propagation HF

La propagation HF est fortement influencée par la flexion des ondes hertziennes dans l'ionosphère, qui est une couche située à une altitude comprise entre 100 et 300 km, les distances de propagation peuvent par conséquent être très importantes. La flexion est due à l'ionisation d'électrons libres par les rayons ultraviolets du soleil. Il existe plusieurs couches réfléchissantes à différentes altitudes et avec différentes caractéristiques, la fréquence utilisable maximale et la distance atteinte dépendent donc de l'heure de la journée et de l'activité solaire.

Variation diurne – Pendant la journée, les fréquences élevées se propagent sur de longues distances et les fréquences plus basses sont absorbées. Pendant la nuit, les fréquences plus basses se propagent sur des distances inférieures à celles des fréquences élevées de la journée, alors que la propagation des fréquences élevées est réduite ou inexistante.

Cycle solaire – L'ionisation est à son maximum à la pointe du cycle solaire de onze ans. Lorsque l'activité solaire est à son maximum, des signaux distants puissants peuvent être entendus sur la totalité de la bande HF pendant pratiquement toutes les heures de la journée. Au minimum de l'activité solaire, la propagation sur de longues distances est rare au-dessus de 15 MHz. Il convient de noter que le cycle est actuellement à son minimum, il est donc probable que les pénétrations affecteront les systèmes câblés de manière croissante et sur des fréquences plus élevées au cours des 5 à 6 années à venir.

B.VI.2.2 Utilisateurs du spectre radio haute fréquence

Le spectre radio haute fréquence est principalement utilisé pour:

- les radiodiffusions;
- les systèmes de services mobiles maritimes;
- les systèmes de services mobiles aéronautiques;
- la navigation aéronautique;
- les utilisations fixes (c'est-à-dire de poste à poste);
- les signaux standards de fréquence et d'horloge;
- les services radioamateurs;
- la bande publique (CB).

Le service le plus important en matière de pénétration est le service de radiodiffusion. Les services de radioamateur et de bande publique sont également importants.

B.VI.2.3 Radiodiffusion

La majorité des signaux de pénétration sur les réseaux câblés normaux, sont des signaux de radiodiffusion en ondes courtes. Le service de radiodiffusion est conçu pour assurer des intensités de champ très élevées dans les régions ciblées pour que le public puisse recevoir un signal clair avec des récepteurs simples. Par conséquent, le service a généralement les caractéristiques suivantes:

- signal modulé en amplitude;
- puissance d'émetteur très élevée;
- réseaux d'antennes directionnelles à gain élevé;
- transmission simultanée à différentes fréquences dans différentes parties du spectre HF afin de compenser les variations de propagation HF;
- intensité de champ très importante sur des zones géographiques étendues, affectant des systèmes câblés dans leur totalité.

Les fréquences attribuées, à l'échelle mondiale, aux services de radiodiffusion sont représentées dans le Tableau B.VI-1.

Tableau B.VI-1/J.112 – Attributions à la radiodiffusion entre 5 et 42 MHz

Fréquence (kHz)	
De	A
5 950	6 200
7 100	7 300
9 500	9 900
11 650	12 050
13 600	13 800
15 100	15 600
17 550	17 900
21 450	21 850
25 670	26 100

NOTE – Bien que la gamme de fréquences de 7100 à 7300 kHz ne soit pas attribuée à la radiodiffusion dans la Région 2 de l'UIT (Amériques), des signaux puissants en provenance d'autres régions de l'UIT atteignent les Etats-Unis et le Canada.

B.VI.2.4 Radioamateur et bande publique

Le service de radioamateur est également important, les raisons sont toutefois différentes. Les émetteurs radioamateurs fonctionnent à des puissances très inférieures à celles du service de radiodiffusion; ils sont en revanche situés dans des régions voisines des installations câblées et peuvent, par conséquent, représenter des sources potentielles locales de pénétration sur les différentes bandes passantes du spectre HF. Des rayonnements provenant du sens montant de l'installation câblée peuvent également être à l'origine de brouillages de récepteurs radioamateurs.

Le service de bande publique fonctionne à des puissances encore beaucoup plus basses et il est moins probable qu'il soit à l'origine de pénétration. Il est en revanche possible que les récepteurs de bande publique captent des rayonnements de l'installation câblée.

Les attributions aux services de radioamateur et de bande publique entre 5 et 42 MHz aux Etats-Unis et au Canada sont représentées dans le Tableau B.VI-2.

B.VI.2.5 Autres services

Les autres services dans le spectre HF fonctionnent à des puissances inférieures au service de radiodiffusion et ne sont généralement pas situés dans des zones résidentielles. Ils sont par conséquent moins importants en matière de pénétration. Dans la partie inférieure de la région d'ondes métriques (VHF) entre 30 et 42 MHz, la radiomessagerie à haute puissance peut avoir des effets aux alentours de 35 MHz au niveau local.

Tableau B.VI-2/J.112 – Attributions de bande passante aux services de radioamateur et de bande publique entre 5 et 42 MHz

Fréquence (kHz)	
De	A
7 000	7 300
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
26 960	27 240
28 000	29 700

B.VI.3 Positionnement de porteuses de données dans les interstices de pénétration

La gamme de rapidités de modulation et la flexibilité de réglage de fréquences porteuses dans le sens montant, définies dans le présent appendice, permettent aux opérateurs de positionner des porteuses de transmission de données par câble dans les interstices entre les bandes passantes de radiodiffusion en ondes courtes, et d'éviter ainsi cette importante source de pénétration. Ceci permet également aux opérateurs d'éviter les bandes passantes des services de radioamateur et de bande publique.

Le Tableau B.VI-3 illustre le nombre de porteuses de données qui peuvent être dérivées dans les interstices entre les attributions de radiodiffusion à la largeur de voie spécifiée dans le présent appendice, et l'utilisation de spectre disponible qui en résulte. Le Tableau B.VI-4 présente une illustration similaire pour les interstices entre les attributions aux services de radiodiffusion, radioamateur et de bande publique. Une limite supérieure conservatrice de 40 MHz est utilisée.

Tableau B.VI-3/J.112 – Porteuses de données dans les interstices entre les bandes passantes de radiodiffusion

Spectre autre que de radiodiffusion ~ (kHz)			Largeur de porteuse de données (kHz)				
			200	400	800	1600	3200
De	A	Interstice	Porteuses de données disponibles				
5 000	5 950	950	4	2	1	0	0
6 200	7 100	900	4	2	1	0	0
7 300	9 500	2 200	11	5	2	1	0
9 900	11 650	1 750	8	4	2	1	0
12 050	13 600	1 550	7	3	1	0	0
13 800	15 100	1 300	6	3	1	0	0
15 600	17 550	1 950	9	4	2	1	0
17 900	21 450	3 550	17	8	4	2	1
21 850	25 670	3 820	19	9	4	2	1
26 100	40 000	13 900	69	34	17	8	4
Plus petit interstice, kHz		900					
Total de porteuses			154	74	35	15	6
Largeur de bande totale, kHz		31 870	30 800	29 600	28 000	24 000	19 200
Utilisation, %			97	93	88	75	60

Tableau B.VI-4/J.112 – Porteuses de données dans les interstices entre les bandes passantes des services de radiodiffusion, radioamateur et de bande publique

Spectre autre que radiodiffusion, radioamateur, bande publique (kHz)			Largeur de porteuse de données (kHz)				
			200	400	800	1600	3200
De	A	Interstice	Porteuses de données disponibles				
5 000	5 950	950	4	2	1	0	0
6 200	7 000	800	4	2	1	0	0
7 300	9 500	2 200	11	5	2	1	0
9 900	10 100	200	1	0	0	0	0
10 150	11 650	1 500	7	3	1	0	0
12 050	13 600	1 550	7	3	1	0	0
13 800	14 000	200	1	0	0	0	0
14 350	15 100	750	3	1	0	0	0
15 600	17 550	1 950	9	4	2	1	0
17 900	18 068	168	0	0	0	0	0
18 168	21 000	2 832	14	7	3	1	0
21 850	24 890	3 040	15	7	3	1	0
24 990	25 670	680	3	1	0	0	0
26 100	26 960	860	4	2	1	0	0
27 410	28 000	590	2	1	0	0	0
29 700	40 000	10 300	51	25	12	6	3
Plus petit interstice, kHz		168					
Total de porteuses			136	63	27	10	3
Largeur de bande totale, kHz		28 750	27 200	25 200	21 600	16 000	9600
Utilisation, %			95	88	76	56	34

Appendice B.VII

Exemple de voies montantes multiples

Le présent appendice présente un exemple de plusieurs voies montantes desservies par une seule voie descendante. Ceci est destiné à illustrer une topologie et une implémentation de cette topologie.

Supposons qu'une voie descendante est utilisée conjointement avec quatre voies montantes de la manière illustrée à la Figure B.VII-1. Dans le cas présenté, les quatre voies montantes sont des fibres optiques séparées qui desservent quatre communautés géographiques de modems.

Dans cette topologie, le CMTS transmet quatre descripteurs de voie montante (UCD) et quatre tables MAP. Malheureusement, les CM ne peuvent déterminer à quelle voie montante ils sont associés, étant donné qu'il n'existe aucun moyen d'acheminer l'information géographique sur la voie descendante partagée. Le CM doit supposer (du moins pendant l'initialisation) que le descripteur UCD et la table MAP s'appliquent à la voie à laquelle il est associé. Le CM choisit une possibilité de maintenance initiale sur n'importe laquelle des voies et transmet une demande de télémétrie. Le CMTS reçoit la demande et dirige le CM sur l'identificateur de voie montante approprié. A partir de là, le CM utilise la table MAP qui est appropriée à la branche à fibre optique à laquelle il est raccordé.

Cette topologie impose un certain nombre de contraintes:

- toutes les voies montantes doivent fonctionner à la même fréquence. Etant donné que le CM choisit le descripteur de voie de manière aléatoire, il existerait un risque qu'il transmette à une mauvaise fréquence si le descripteur UCD s'appliquait à une autre voie à fibre optique;
- toutes les voies montantes doivent fonctionner avec les mêmes rapidités de modulation. Sinon, le CMTS ne serait pas capable de démoduler la demande de télémétrie si celle-ci était transmise à une rapidité de modulation autre que celle de la voie en question;
- toutes les possibilités de maintenance initiale dans toutes les branches à fibre optique doivent être alignées. Lorsque le CM choisit de manière aléatoire une table MAP, le CMTS doit être préparé à recevoir une demande de télémétrie à ce moment donné;
- toutes les possibilités de maintenance initiale doivent utiliser les mêmes caractéristiques de rafale afin que le CMTS puisse démoduler la demande de télémétrie.

Il convient de noter que seuls les intervalles d'initialisation doivent être alignés. Une fois que le CM se voit attribuer son propre identificateur de voie, il suffit que ses activités soient alignées sur les autres utilisateurs de sa branche à fibre optique. Les transmissions de données ordinaires et les demandes de largeur de bande peuvent avoir lieu de manière indépendante sur les quatre voies montantes.

Appendice B.VIII

Protocole d'interconnexion arborescente pour données sur câble

Le sous-paragraphe B.3.1.2.1 prescrit l'utilisation du protocole d'interconnexion arborescente dans les CM destinés à l'usage commercial et à la fonction de pont entre systèmes CMTS. Le présent appendice décrit la façon dont le protocole d'interconnexion arborescente 802.1d est adapté à la transmission de données sur systèmes câblés.

B.VIII.1 Rappel

Un protocole d'interconnexion arborescente est souvent employé dans un réseau ponté afin de désactiver les connexions de réseau redondantes, c'est-à-dire afin de réduire une topologie maillée de réseau arbitraire en une topologie active formant une arborescence couvrant tous les segments du réseau. L'algorithme et le protocole d'interconnexion arborescente ne doivent pas être confondus avec la fonction de renvoi de données proprement dite, qui peut suivre des règles transparentes d'apprentissage de pont ou qui peut faire appel à plusieurs autres mécanismes. En désactivant les connexions redondantes, le protocole d'interconnexion arborescente élimine les boucles topologiques qui sinon provoqueraient des renvois incessants de paquets de données par de nombreux modèles de dispositifs de retransmission.

Un protocole normalisé d'interconnexion arborescente [IEEE 802.1d] est employé dans la plupart des réseaux de zone locale pontés. Ce protocole était originellement destiné aux réseaux locaux privés et a dû subir quelques modifications pour l'adapter à la transmission de données par câble.

B.VIII.2 Interconnexion arborescente dans un réseau public

Pour utiliser un protocole d'interconnexion arborescente dans un réseau à accès public comme la transmission de données par câble, plusieurs modifications doivent être apportées au processus IEEE 802.1d de base. Tout d'abord, l'interconnexion arborescente publique doit être découplée de tous les réseaux arborescents privés auxquels elle est raccordée, cela afin de protéger aussi bien le réseau public par câble que tout réseau privé associé. La Figure B.VIII-1 montre la topologie générale.

Conformément à la Figure B.VIII-1, le protocole d'interconnexion arborescente publique a pour tâche:

- d'isoler les réseaux privés pontés les uns des autres. Si les deux réseaux privés représentés fusionnent leurs arbres d'interconnexion, chacun sera sujet à des instabilités dans le réseau de l'autre. De même, l'arbre combiné peut dépasser le diamètre admissible de pontage;
- d'isoler le réseau public des arbres d'interconnexion des réseaux privés. Le réseau public ne doit pas être soumis à des instabilités dues aux réseaux clients. Il ne doit pas non plus modifier les caractéristiques d'interconnexion arborescente des réseaux clients;
- de désactiver l'une des deux liaisons redondantes entrant dans le réseau par câble, de façon à éviter les renvois en boucle. Cette fonction doit intervenir au niveau du modem-câble plutôt que dans un pont arbitraire du réseau client.

Le protocole d'interconnexion arborescente doit également assurer la topologie décrite dans la Figure B.VIII-2.

Dans la Figure B.VIII-2, le protocole d'interconnexion arborescente doit, en fonctionnement normal, désactiver une liaison dans l'un des deux modems-câble. Il ne doit pas dévier le trafic dans le réseau privé. Noter que, dans certaines circonstances, comme la désactivation de la liaison X, l'interconnexion arborescente *dévi*era le trafic vers le réseau privé (bien que la plus grande part du trafic de transit soit arrêtée par les limites imposées aux adresses MAC apprises). Si cette déviation est indésirable, elle doit être empêchée par des moyens externes à l'interconnexion arborescente, comme des routeurs.

B.VIII.3 Détails du protocole d'interconnexion arborescente dans un réseau public

L'algorithme et protocole de transmission de données par interconnexion arborescente est identique à celui qui est défini dans [IEEE 802.1d], avec les exceptions suivantes:

- lors de la transmission d'unités PDU de pont (BPDU) de configuration, l'adresse 01-E0-2F-00-00-03 de multidiffusion pour transmission de données par interconnexion arborescente est utilisée à la place de celle qui est définie dans IEEE 802.1d. Ces unités BPDU seront retransmises plutôt que recalculées par les ponts IEEE 802.1d ordinaires;
- lors de la transmission d'unités BPDU de configuration, l'en-tête AA-AA-03-00-E0-2F-73-74 de point SNAP est utilisé à la place de l'en-tête 42-42-03 de la procédure LLC. Cette modification permet de mieux différencier ces unités BPDU de celles qui sont utilisées par les ponts IEEE 802.1d lorsque certains de ces ponts n'identifient pas correctement les adresses MAC de multidiffusion⁹ ;
- les unités BPDU selon IEEE 802.1d sont négligées et rejetées sans bruit;
- les unités PDU de notification de changement de topologie (TCN) ne sont pas transmises (ni traitées). Les notifications TCN sont utilisées dans les réseaux IEEE pour accélérer le vieillissement de la base de données lorsque la topologie du réseau peut avoir changé. Comme le mécanisme d'apprentissage contenu dans le réseau par câble est normalement variable, ce message n'est pas nécessaire et peut provoquer un débordement inutile;
- les systèmes CMTS faisant fonction de ponts doivent participer à ce protocole et doivent être affectés de priorités plus élevées (à plus grande probabilité de constituer la racine) que les modems-câble. L'interface NSI avec le CMTS DEVRAIT être affectée d'un bilan d'accès équivalant à un débit de liaison d'au moins 100 Mbit/s. Ces deux conditions, associées, devraient garantir que:
 - 1) un système CMTS est la racine;
 - 2) que tout autre système CMTS utilisera le réseau de tête plutôt qu'un réseau client pour atteindre la racine;
- le groupeur MAC du CMTS DOIT renvoyer les unités BPDU des voies amont aux voies aval, que ce CMTS remplisse ou non la fonction de routeur ou de pont.

⁹ Il existe probablement un certain nombre de ponts d'interconnexion arborescente qui dépendent uniquement des points LSAP pour différencier les paquets 802.1d. De tels dispositifs ne fonctionneraient pas correctement si les unités BPDU de transmission de données par câble utilisaient également l'identificateur LSAP = 0x42.

On notera que les CM activés par ce protocole transmettront des unités BPDU aux réseaux des abonnés afin d'identifier les autres CM du même réseau d'abonnés. Ces unités BPDU d'interconnexion arborescente publique seront transportées de manière transparente par tout réseau d'abonnés privés ponté. De même, les CMTS remplissant la fonction de pont transmettront les unités BPDU par l'interface NSI ainsi que par l'interface RFI. L'adresse de multidiffusion et l'en-tête de point SNAP définis ci-dessus seront utilisés dans toutes les liaisons.

B.VIII.4 Paramètres et valeurs par défaut d'une interconnexion arborescente

Le sous-paragraphe 4.10.2 de [IEEE 802.1d] spécifie un certain nombre de valeurs paramétriques recommandées. Il y a lieu d'utiliser ces valeurs avec les exceptions énumérées ci-dessous.

Bilan de conduit

Dans [IEEE 802.1d], la formule suivante est utilisée:

$$\text{Bilan de conduit} = 1000 / \text{débit en Mbit/s du réseau local associé}$$

Pour les CM, cette formule est adaptée comme suit:

$$\text{Bilan de conduit} = 1000 / (\text{rapidité de modulation amont} * \text{nombre de bits par symbole pour attribution de données longues})$$

En d'autres termes, le type de modulation (MDPQ ou MAQ 16) pour l'IUC d'attribution de données longues est multiplié par la rapidité de modulation brute afin de déterminer le bilan nominal du conduit. Le Tableau B.VIII-1 indique les valeurs ainsi calculées.

Pour les systèmes CMTS, cette formule est adaptée comme suit:

$$\text{Bilan de conduit} = 1000 / (\text{rapidité de modulation aval} * \text{nombre de bits par symbole})$$

Tableau B.VIII-1/J.112 – Bilan de conduit pour un CM

Rapidité de modulation (kBd)	Bilan de conduit par défaut	
	MDPQ	MAQ 16
160	3125	1563
320	1563	781
640	781	391
1280	391	195
2560	195	98

Priorité de pontage

La priorité de pontage par défaut pour les CM DEVRAIT être de 28672 (0x7000) afin de conditionner le réseau de façon que la racine tende à se confondre avec le CMTS. Le réglage de celui-ci DEVRAIT être de 32768, conformément à la norme 802.1d.

Noter que ces deux recommandations ne visent que les réglages *par défaut*. Ces paramètres, ainsi que d'autres paramètres définis dans la norme 802.1d, DEVRAIENT pouvoir être gérés dans toute leur étendue au moyen de la base MIB de pontage (RFC-1493) ou par d'autres moyens.

Annexe C

Équipement de transmission de données multimédia par réseau de télévision par câble

C.1 Introduction

La présente annexe est issue des travaux effectués au sujet de l'équipement de transmission de données multimédia conçu spécialement pour être utilisé sur des réseaux de télévision par câble au Japon. Un système de données multimédia asymétrique, qui peut être appliqué à un système de télévision par câble jusqu'à 770 MHz, est proposé pour assurer une transmission bidirectionnelle de datagramme par le protocole IP.

C.2 Définition du système de référence et des interfaces

La Figure C.2-1 présente le système de référence et les points d'interface en définissant dans leur ensemble le système et l'équipement multimédia de transmission de données.

Un système multimédia de transmission comprend un équipement multimédia central (MC), un système administratif, un système de sécurité et un équipement multimédia d'abonné (MH, *multimedia home*). L'équipement multimédia central est généralement installé à la tête ou au centre du réseau de télévision par câble et connecté à l'équipement d'interface externe. L'équipement multimédia d'abonné est généralement installé au domicile ou au bureau et connecté à l'équipement installé dans les locaux du client, c'est-à-dire à un ordinateur personnel. L'équipement multimédia central remplit deux fonctions principales: la première est la distribution de données multimédia, y compris celles sur le protocole Internet, provenant d'un réseau extérieur et transmises vers des centaines d'équipements multimédias d'abonné par le réseau CATV; la deuxième est la collecte de données dans le sens montant provenant des équipements multimédias d'abonné. Le rôle du système administratif est de commander les opérations quotidiennes, la maintenance, les tarifs, les factures, etc., requis pour la gestion de systèmes de réseaux CATV. L'équipement MC peut disposer de ces capacités dans le cas d'un réseau restreint. Il convient d'installer un système de sécurité pour protéger le réseau contre le vol ou la manipulation de données par des tiers entre les équipements MC et MH. Dans certains cas, ce système peut également faire partie de l'équipement MC.

La Figure C.2-1 représente cinq points d'interface, A, B, C, D, et E, les descriptions des points d'interface D et E ne font toutefois pas partie du domaine d'application de la présente annexe.

C.3 Piles de protocoles

C.3.1 Pile de protocoles de l'interface A

La Figure C.3-1 représente la pile de protocoles à l'interface A reliant l'équipement MC et l'équipement d'interface extérieur. Ceci illustre par exemple les protocoles exigés pour le protocole IP sur les implémentations 802 de l'IEEE. Il convient que d'autres applications possibles utilisant le protocole IP sous réseau ATM et sous interface FDDI utilisent des protocoles ouverts communément admis.

couche Réseau IP
couche Liaison de données 802.2 LLC [802.3 MAC
couche Physique 10 Base-T, 100 Base-T

Figure C.3-1/J.112 – Pile de protocoles de l'interface A

C.3.2 Couche Physique et couche Liaison de données

Il convient que la couche Physique et la couche Liaison de données à l'interface A disposent d'au moins une fonction pour acheminer les données du protocole Internet comme défini ci-après. Les données du protocole Internet doivent être transmises de manière transparente et bidirectionnelle à travers les couches.

- Mode ATM STS-3C
- Interface FDDI
- IEEE 802.3 10 Base-T
- IEEE 802.3 100 Base-T
- Ethernet 10 Base-T
- Ethernet 100 Base-T

C.3.3 Couche Réseau

Il convient que la couche Réseau de l'interface A soit le protocole Internet (IP), version 4. Cette Recommandation évoluera pour prendre en charge la version 6 du protocole Internet (IETF RFC 1883) dès qu'elle sera reconnue. Les données de protocole Internet doivent être transmises de manière transparente et bidirectionnelle à travers les couches.

C.3.4 Pile de protocoles de l'interface B

La Figure C.3-2 montre la pile de protocoles de l'interface B devant être spécifiée entre les équipements MC et MH. L'une des tâches les plus importantes des équipements MC et MH est de transmettre des datagrammes du protocole Internet de manière transparente entre la tête du réseau par câble et les locaux des abonnés. Il convient que les équipements MC et MH fonctionnent en tant qu'hôtes du protocole Internet, c'est-à-dire qu'ils prennent en charge le protocole Internet par le protocole LLC/DIX comme faisant partie de la couche Liaison de données. Il convient que la couche Physique consiste en une sous-couche de convergence de transmission (TC) et en une sous-couche dépendante du support physique (PDM).

couche Liaison de données
couche Physique

Figure C.3-2/J.112 – Pile de protocoles de l'interface B

C.3.5 Pile de protocoles de l'interface C

La Figure C.3-3 montre une pile de protocoles pour l'interface C combinant un équipement MH et un PC.

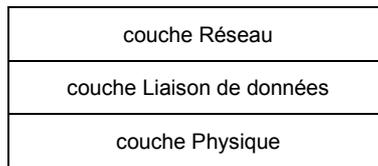


Figure C.3-3/J.112 – Pile de protocoles de l'interface C

C.3.6 Couche Physique et couche Liaison de données

Les données du protocole Internet devant être transmises de manière transparente au PC, il convient d'adopter un contrôle de liaison logique et un protocole MAC pour la couche Liaison de données. Il convient que le protocole de couche Physique soit celui de l'IEEE 802.3 10 Base-T ou l'Ethernet 10 Base-T. Il y a lieu d'appliquer les protocoles suivants pour la couche Liaison de données et la couche Physique.

- 802.2/DIX
- 802.3/DIX
- IEEE 802.3 10 Base-T
- Ethernet 10 Base-T

C.3.7 Couche Réseau de l'interface C

Il convient que la couche Réseau de l'interface C soit le protocole Internet (IP), version 4. Cette spécification évoluera pour prendre en charge la version 6 du protocole Internet (IETF RFC 1883) dès qu'elle sera reconnue. Les données de protocole Internet doivent être transmises de manière transparente et bidirectionnelle à travers la couche.

C.4 Spécification de la couche Physique

C.4.1 Sens montant

C.4.1.1 Méthode de modulation

Il convient d'appliquer la méthode de modulation MDPQ pour une voie montante.

C.4.1.2 Diagramme de constellation d'états du signal et règle de déphasage

Dans le Tableau C.4-1 suivant, I_n est la composante en phase et Q_n la composante en quadrant. I_1 représente le bit de plus fort poids (MSB) du mappage des symboles.

Tableau C.4-1/J.112 – Définition des données I_n et Q_n

Méthode de modulation	Définitions de bit d'entrée
MDPQ	I_1 Q_1

Il convient que l'équipement ait une modulation MDPQ codée différentielle. La Figure C.4-1 représente le diagramme de constellation d'états du signal pour une modulation MDPQ de forme générale et le Tableau C.4-2 fournit la règle de déphasage de modulation MDPQ codée différentielle.

**Tableau C.4-2/J.112 – Règle de déphasage pour modulation MDPO
codée différentielle**

Entrée I ₁ Q ₁	Sortie déphasage
0 0	0 degré
1 0	+90 degrés
1 1	+180 degrés
0 1	+270 degrés

C.4.1.3 Rapidité de modulation, largeur de bande et coupure

Une voie montante a été utilisée dans certains pays pour transmettre plusieurs signaux vidéo de 6 MHz. Pour une utilisation efficace de cette largeur de bande limitée, une valeur entière fraction de 6 MHz ou de 6 MHz/n est fortement recommandée pour la largeur de bande de voie montante.

La valeur "n" doit être choisie avec soin afin de former la série commune de largeur de bande montante associée à l'entier. Il convient de sélectionner une valeur de coupure appropriée en fonction de la séparation effective de la bande et de la fabrication. De plus, il convient que la rapidité de modulation préférable soit un multiple de 8 kHz pour la synchronisation avec des lignes de transmission extérieures, si nécessaire. Il convient que les valeurs résultantes de "n" soient 2, 4, 8, 16 et 32 et que le facteur d'arrondi soit de 25%.

Le Tableau C.4-3 résume les valeurs de l'entier n, de la largeur de bande et de la rapidité de modulation. La voie montante doit prendre en charge toutes les rapidités de modulation indiquées ci-dessous.

Tableau C.4-3/J.112 – Entier n, largeur de bande et rapidité de modulation

Entier n	Largeur de bande 6 MHz/n (kHz)	Rapidité de modulation (kBd)
2	3000,0	2304
4	1500,0	1152
8	750,0	576
16	375,0	288
32	187,5	144

C.4.1.4 Gamme de fréquences

La voie montante doit prendre en charge une gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 55 MHz.

C.4.1.5 Correction d'erreur

La fonction de correction d'erreur doit être considérée en fonction de l'environnement acoustique existant le long du réseau de télévision par câble. Il convient d'appliquer le code de Reed-Solomon en tant que fonction de correction d'erreur pour le modulateur montant.

Le code de Reed-Solomon original est défini comme suit:

- polynôme primitif: $p(X) = X^8 + X^4 + X^3 + X^2 + 1$;
- polynôme générateur de code: $g(X) = (X + \alpha^0)(X + \alpha^1)\dots(X + \alpha^{2T-1})$,

où T est la capacité de correction d'erreur du code de Reed-Solomon et α est 02H et l'une des racines de l'équation $p(X) = 0$.

C.4.1.6 Brassage

Il convient que le modulateur montant assure une fonction de brassage. Généralement, le polynôme est $X^{15} + X^{14} + 1$.

C.4.1.7 Niveau du signal d'émission

Le niveau du signal d'émission au niveau du connecteur de sortie de l'équipement MH est généralement réglable sur une gamme comprise entre +70 et +110 dB μ V. Il convient que le pas de réglage de niveau soit de 1 dB.

C.4.1.8 Niveau du signal de réception

Il convient que le niveau du signal de réception opérationnel au niveau du connecteur d'entrée de l'équipement MC soit conforme aux valeurs données dans le Tableau C.4-4.

Lorsqu'une commande de niveau d'émission est appliquée, des signaux peuvent être reçus à l'intérieur d'une partie de la gamme mentionnée ci-dessous.

Tableau C.4-4/J.112 – Rapidité de modulation et niveau de réception nominal

Rapidité de modulation (kBd)	Niveau de réception nominal (dB μ V)
144	+44 à +72
288	+47 à +75
576	+50 à +78
1152	+53 à +81
2304	+56 à +84

C.4.1.9 Emissions parasites

L'intensité du bruit et des parasites ne dépasse généralement pas les valeurs indiquées dans le Tableau C.4-5.

La largeur de bande de mesure est égale à la rapidité de modulation pour ce qui concerne la prescription inférieure à 55 MHz.

Le niveau de porteuse numérique est supposé être inférieur de 10 dB à la porteuse analogique selon NTSC.

Tableau C.4-5/J.112 – Intensités du bruit et des parasites

Fréquence	Période active	Période inactive
10 à 55 MHz, dans la bande	Inférieur à -40 dBc	Inférieur à +30 dB μ V
10 à 55 MHz, hors bande y compris la bande passante adjacente, la bande passante associée à la porteuse et les autres intensités de bruit comprises entre 10 et 55 MHz	Inférieur à -45 dBc	
55 à 90 MHz	Inférieur à +35 dB μ V	
90 à 770 MHz	Inférieur à +35 dB μ V	

C.4.1.10 Taux d'erreur binaire

Il convient que le taux d'erreur binaire du signal montant soit inférieur à 10^{-6} au rapport $C/N = 20$ dB (largeur de bande Nyquist) sans correction d'erreur.

C.4.1.11 Structure de trame

La structure de trame a généralement le format suivant (voir la Figure C.4-2). Il convient que la longueur binaire réelle soit définie dans les spécifications de protocole de la couche Liaison de données.

C.4.1.12 Précision de la fréquence de la voie

Il convient que la précision de la fréquence de la voie se situe à $\pm 50 \times 10^{-6}$ à une température comprise entre 0 et 40° C.

C.4.1.13 Précision de la rapidité de modulation

Il convient que la précision de rapidité de modulation se situe à $\pm 50 \times 10^{-6}$ à une température comprise entre 0 et 40° C.

C.4.2 Sens descendant

C.4.2.1 Méthode de modulation

Il y a lieu que la méthode de modulation soit la MAQ 64.

C.4.2.2 Diagramme de constellation d'états du signal et règle de déphasage

Il convient que le diagramme de constellation d'états du signal et la règle de déphasage soient conformes à l'Annexe C/J.83.

C.4.2.3 Rapidité de modulation et largeur de bande

Il convient que la rapidité de modulation soit de 5,274 MBd et que la largeur de bande soit de 6 MHz. Les autres éléments associés à la rapidité de modulation et à la largeur de bande sont en règle générale conformes à l'Annexe C/J.83.

C.4.2.4 Gamme de fréquences

La voie descendante doit prendre en charge une gamme de fréquences comprise entre 90 MHz et 770 MHz.

C.4.2.5 Correction d'erreur

La fonction de correction d'erreur doit être considérée en fonction de l'environnement acoustique le long du réseau de télévision par câble. Il convient que la longueur du code et la longueur des octets d'information soient conformes à l'Annexe C/J.83.

Le code de Reed-Solomon original est défini comme suit:

- polynôme primitif: $p(X) = X^8 + X^4 + X^3 + X^2 + 1$;
- polynôme générateur de code: $g(X) = (X + \alpha^0)(X + \alpha^1)\dots(X + \alpha^{2T-1})$,

où T est la capacité de correction d'erreur du code de Reed-Solomon et α est 02H et l'une des racines de l'équation $p(X) = 0$.

C.4.2.6 Brassage

Il convient de prévoir une fonction de brassage. En règle générale, le polynôme générateur est conforme à l'Annexe C/J.83.

C.4.2.7 Entrelacement

Il convient que la méthode d'entrelacement soit conforme à l'Annexe C/J.83.

C.4.2.8 Niveau du signal d'émission

Il y a lieu que le niveau du signal d'émission au niveau du connecteur de sortie de l'équipement MC soit compris entre +100 et +110 dB μ V.

C.4.2.9 Niveau du signal de réception

Il convient que l'équipement MH au niveau connecteur d'entrée fonctionne dans une gamme comprise entre +53 dB μ V et +85 dB μ V.

C.4.2.10 Emissions parasites

Il convient que le niveau d'émissions parasites soit inférieur à -55 dBc dans une gamme comprise entre 90 MHz et 770 MHz. Le niveau de porteuse numérique est supposé être inférieur de 10 dB à la porteuse analogique selon NTSC.

C.4.2.11 Taux d'erreur binaire

Il convient que le taux d'erreur binaire soit inférieur à 10^{-8} au rapport $C/N = 27$ dB (largeur de bande Nyquist) avec correction d'erreur.

C.4.2.12 Précision de la fréquence de la voie

Il convient que la précision de la fréquence de la voie se situe à $\pm 20 \times 10^{-6}$ à une température comprise entre 0 et 40° C.

C.4.2.13 Précision de la rapidité de modulation

Il convient que la précision de rapidité de modulation se situe à $\pm 20 \times 10^{-6}$ à une température comprise entre 0 et 40° C.

C.4.2.14 Impédance, facteur d'adaptation (en réflexion) et connecteur

Il convient que l'impédance, le facteur d'adaptation (en réflexion) et le connecteur au niveau de l'entrée/sortie de l'équipement MH, de la sortie et de l'entrée de l'équipement MC soient conformes aux prescriptions indiquées au Tableau C.4-6.

Tableau C.4-6/J.112 – Impédance, facteur d'adaptation en réflexion et connecteur

	Impédance	Facteur d'adaptation en réflexion	Connecteur
Entrée/sortie MH	75 Ω	6 dB 10-55 et 90-770 MHz	de type F, Femelle
Sortie MC	75 Ω	14 dB 90-770 MHz	de type F, Femelle
Entrée MC	75 Ω	6 dB 10-55 MHz	de type F, Femelle

C.5 Spécification de la sous-couche de convergence de transmission

C.5.1 Introduction

La sous-couche de convergence de transmission (TC) s'applique à des services vidéo et de données MPEG. Afin de faciliter le multiplexage et le démultiplexage au niveau de la sous-couche TC, la couche Physique est divisée en une couche de convergence de transmission et une couche dépendante du support physique. La trame de la couche TC se fonde sur la Recommandation H.222.0 (paquet MPEG de 188 octets). Le paquet MPEG comprend un en-tête de 4 octets et une charge utile de 184 octets. L'en-tête peut différencier le type de charge utile. Comme indiqué sur la Figure C.5-1, les en-têtes vidéo et de transmission de données par câble (DOC) sont définis pour identifier le type de charge utile.

en-tête = DOC	charge utile DOC MAC
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo
en-tête = DOC	charge utile DOC MAC
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo
en-tête = DOC	charge utile DOC MAC
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo
en-tête = vidéo	charge utile numérique vidéo

Figure C.5-1/J.112 – Verrouillage de trame de la couche TC descendante

C.5.2 Format de paquet MPEG

La Figure C.5-2 montre le format d'un paquet MPEG. Le champ `pointer_field` doit si nécessaire être inséré.

en-tête MPEG (4 octets)	<code>pointer_field</code> (1 octet)	charge utile (183 ou 184 octets)
----------------------------	---	-------------------------------------

Figure C.5-2/J.112 – Format d'un paquet MPEG

C.5.3 En-tête MPEG

L'en-tête d'un flux de transport MPEG se fonde sur la définition de la Recommandation H.222.0, comme indiqué dans le Tableau C.5-1.

Tableau C.5-1/J.112 – Format d'un paquet MPEG

Champ	Longueur (bits)	Description
<code>sync_byte</code>	8	0x47; octet de synchronisation de paquet MPEG
<code>transport_error_indicator</code>	1	Indique qu'une erreur a eu lieu à la réception du paquet. Ce bit est remis à zéro par l'émetteur, et mis à un chaque fois qu'une erreur a lieu lors de la transmission d'un paquet.
<code>payload_unit_start_indicator</code>	1	Une valeur un indique la présence d'un champ <code>pointer_field</code> comme premier octet de charge utile (cinquième octet du paquet)
<code>transport_priority</code>	1	Réservé, mis à zéro.
PID (Note)	13	Identificateur de paquet de transmission de données par câble (0x1FFE)
<code>transport_scrambling_control</code>	2	Réservé, mis à '00'.
<code>adaptation_field_control</code>	2	'01'; l'utilisation du champ <code>adaptation_field</code> n'est PAS AUTORISÉE sur le PID.
<code>continuity_counter</code>	4	Compteur cyclique dans cet identificateur de paquet
NOTE – A l'avenir, des identificateurs de paquet supplémentaires PEUVENT être attribués à un équipement MH.		

C.5.4 Interface avec la sous-couche MAC

Il doit exister plusieurs possibilités de positionnement de la trame MAC sur le paquet MPEG. Un paquet MPEG permet d'inclure plusieurs trames MAC, ou une seule trame MAC qui s'interpose entre plusieurs paquets MPEG.

La Figure C.5-3 montre une trame MAC débutant immédiatement après un champ `pointer_field`. Dans ce cas, le champ `pointer_field` est mis à "0" et le décodeur doit reconnaître la tête de la trame MAC après avoir cherché les octets suivants, excepté pour le modèle 0xFF.

en-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	trame MAC (jusqu'à 183 octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)
----------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	---

Figure C.5-3/J.112 – Mappage de la trame MAC (1)

La Figure C.5-4 montre le cas d'une trame MAC continuant à partir de la queue de la trame MAC précédente. Le pointeur indique l'octet suivant de la trame MAC #1. Le décodeur doit chercher octet par octet jusqu'à ce qu'il trouve le modèle, excepté pour 0xFF à partir de l'octet suivant de la dernière trame MAC #1.

en-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= M)	queue de la trame MAC #1 (M octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	début de la trame MAC #2
----------------------------	-------------------------------------	---	---	-----------------------------

Figure C.5-4/J.112 – Mappage de la trame MAC (2)

La Figure C.5-5 montre que plusieurs trames MAC existent dans un paquet MPEG. Il convient que le pointeur détecte la tête de la trame MAC #1. La tête de la seconde trame MAC doit être trouvée après avoir cherché le modèle, excepté pour 0xFF à partir de la position de la tête de la trame MAC #1 et de la longueur de la trame suivante. Il convient ainsi que la trame MAC soit détectée avant la fin du paquet MPEG.

en-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	trame MAC #1	trame MAC #2	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	trame MAC #3
----------------------------	-------------------------------------	-----------------	-----------------	---	-----------------

Figure C.5-5/J.112 – Mappage de la trame MAC (3)

La Figure C.5-6 montre le cas d'une trame MAC couvrant plusieurs paquets MPEG. Dans ce cas, le champ pointeur de la trame suivante pointe sur l'octet suivant le dernier octet de la queue de la première trame.

en-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	début de la trame MAC #1 (jusqu'à 183 octets)		
en-tête MPEG (PUSI = 0)	suite de la trame MAC #1 (184 octets)				
en-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= M)	queue de la trame MAC #1 (M octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	début de la trame MAC #2 (M octets)	

Figure C.5-6/J.112 – Mappage de la trame MAC (4)

C.5.5 Interaction de la couche Physique

Il convient que le flux de paquets MPEG-2 soit codé conformément à l'Annexe C/J.83.

C.5.6 Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG

Il convient que le flux de paquets MPEG-2 soit à l'état "dans la trame" après réception de cinq paquets consécutifs sans erreurs de vérification de la parité et que le paquet MPEG-2 soit à l'état "hors trame" après réception de neuf paquets consécutifs avec erreurs de vérification de la parité.

C.6 Spécification de la couche MAC

C.6.1 Introduction

C.6.1.1 Aperçu général

La Figure C.6-1 montre un aspect du système de transmission de données multimédia et du domaine de sous-couche MAC. Le domaine de sous-couche MAC comprend un équipement multimédia central (MC) et plusieurs voies montantes et descendantes qui relient l'équipement MC à l'équipement multimédia d'abonné (MH). La vitesse de transmission dans le sens descendant est d'environ 30 Mbit/s, dans le sens montant, elle s'étend d'environ 100 kbit/s à quelques Mbit/s. Un équipement MH peut accéder à une paire de voies montantes et descendantes.

L'attribution de largeur de bande dans le sens descendant est commandée par la combinaison du multiplexage par répartition en fréquence (MRF) et du multiplexage par répartition dans le temps (MRT). Chaque équipement MH dispose parmi les voies descendantes d'une voie de réception attribuée et les données multiples des équipements MH sont multiplexées sur la base d'une division dans le temps dans le sens descendant. L'attribution de largeur de bande dans le sens montant est commandée par la combinaison de l'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF) et de l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). L'équipement MH dispose parmi les voies montantes d'une voie de transmission attribuée et transmet des données après attribution du temps de la voie montante par contrôle d'accès multiple.

C.6.1.2 Attribution de largeur de bande

La Figure C.6-2 montre l'attribution de largeur de bande par mini-intervalle et message. La voie montante est divisée en intervalles courts appelés mini-intervalles. La taille du mini-intervalle est un multiple du top de la base de temps choisi, lui-même multiple de la réciproque de la rapidité de modulation la plus élevée dans le sens montant. L'équipement MC peut attribuer plusieurs mini-intervalles à l'équipement MH si nécessaire, ce dernier transmet les données en combinant ces mini-intervalles. L'attribution des mini-intervalles est commandée par message et l'équipement MC doit transmettre ce message d'attribution de largeur de bande, appelé message MAP. Le message MAP comprend plusieurs informations pour l'attribution de largeur de bande, appelées IE (élément d'information). Chaque élément d'information comprend un index de début du mini-intervalle, un numéro de mini-intervalle devant être attribué, un identificateur de service et l'utilisation de la largeur de bande. Dans la Figure C.6-2, le mini-intervalle #N est destiné à la réservation aléatoire et à tous les équipements MH pouvant y accéder, les mini-intervalles #N + 1 à N + 3 sont destinés à l'accès aléatoire, les mini-intervalles #N + 4 à N + 7 sont destinés au domaine des données d'un équipement MH spécifique (#a). Après réception d'un message MAP, il convient que l'équipement MH débute l'analyse de l'élément d'information dans le message MAP, puis transmette les données dans les mini-intervalles disponibles.

C.6.1.3 Synchronisation des mini-intervalles

La Figure C.6-3 montre la synchronisation des mini-intervalles permettant la synchronisation des numéros de mini-intervalles et la frontière à l'intérieur de tous les équipements MH connectés.

- 0) L'équipement MC mesure le temps de propagation aller et retour (RTD) entre l'équipement MC et chaque équipement MH et le communique à l'équipement MH à l'avance.
- 1) L'équipement MC possède un dispositif de comptage de l'heure universelle (GT) fonctionnant par top de base de temps et communique périodiquement cette valeur de comptage à tous les équipements MH comme information d'horodate.

L'équipement MC commande le numéro de mini-intervalle et la frontière fondés sur l'heure universelle.

- 2) Chaque équipement MH règle l'heure locale (LT) après réception de l'horodate.
- 3) L'équipement MH reconnaît la frontière et le numéro de mini-intervalle par l'heure locale (LT). Le numéro de mini-intervalle N est défini comme $N = LT/M$, où M est défini comme $LT \bmod M = 0$.
- 4) L'équipement MH transmet des données au mini-intervalle attribué #N.
- 5) Les données sont reçues par l'équipement MC en heure universelle, ce qui équivaut à $N \times M$.

C.6.1.4 Séquence d'accès

La séquence d'accès est essentiellement fondée sur la réservation aléatoire; cependant, l'accès aléatoire doit être disponible en fonction du volume de transmission. Des descriptions sont données ci-dessous.

C.6.1.4.1 Réservation aléatoire

La Figure C.6-4 montre une séquence de réservation aléatoire. L'équipement MC attribue un domaine pour permettre à la voie montante de transmettre périodiquement des informations sur la réservation. L'équipement MC envoie un message MAP à l'équipement MH contenant des informations sur le domaine du mini-intervalle. L'équipement MH ayant des données à envoyer peut transmettre les informations de réservation dans ce domaine. S'il y a collision, l'équipement MH peut renvoyer les informations de réservation par un algorithme d'attente exponentiel binaire. Après avoir résolu le problème de collision, l'équipement MC communique à l'équipement MH l'attribution de la bande passante et les informations sur le mini-intervalle. A la réception de ces informations, il convient que l'équipement MH transmette les données dans le domaine attribué.

C.6.1.4.2 Accès aléatoire

En général, la réservation aléatoire possède une capacité élevée du fait d'un circuit de perte moins important au niveau de l'indication d'état de collision. Une procédure de réservation est toutefois nécessaire avant la transmission et augmente de ce fait le temps de passage. L'accès aléatoire ne nécessite pas l'utilisation d'une telle procédure et réduit par conséquent le temps de passage.

La Figure C.6-5 montre une séquence d'accès aléatoire. Il convient que l'équipement MC établisse régulièrement des informations sur le domaine de mini-intervalle autorisant un accès aléatoire dans le message MAP. Il convient que l'équipement MH envoie des données dans le cadre de l'élément de demande/données indiqué. En cas de collision, c'est-à-dire en cas de transmissions de données simultanées par plusieurs équipements MH, la retransmission peut s'effectuer par réservation aléatoire binaire exponentielle de type attente. Après accusé de réception des données, il convient que l'équipement MH quitte la retransmission. L'équipement MC peut bloquer l'accès aléatoire en cas de flux intense sur le réseau.

C.6.1.5 Qualité de service par identificateur de service

Pour l'attribution de largeur de bande montante, un descripteur appelé identificateur de service (SID) est utilisé. L'identificateur de service est destiné à la classification de l'équipement MH et du type de service. Il convient que l'équipement MH envoie un identificateur de service avec les informations sur la réservation afin d'indiquer à l'équipement MC la qualité de service requise et l'attribution de largeur de bande. L'équipement MC peut également autoriser la qualité de service et l'équipement MH devant être attribué par une indication de l'identificateur de service.

Une information de largeur de bande minimale est actuellement définie comme information de qualité de service (QS). L'équipement MH peut demander plusieurs services en plus du service de type meilleure qualité de la largeur de bande minimale. Après réception de la demande, il convient que l'équipement MC attribue un identificateur de service pour chaque qualité de service.

C.6.2 Format de trame MAC

C.6.2.1 Format de trame MAC générique

La Figure C.6-6 montre un format de trame MAC générique comportant des redondances de couche Physique, un en-tête MAC et une unité PDU de données. Il convient de prévoir dans le sens montant une redondance de la couche PMD, y compris le préambule et le modèle de synchronisation, et dans le sens descendant de prévoir un en-tête d'information PSI MPEG.

C.6.2.2 Format d'en-tête MAC

Un format d'en-tête MAC est illustré à la Figure C.6-7 et dans le Tableau C.6-1. L'en-tête MAC spécifie le type et la longueur de trame MAC ainsi qu'un en-tête étendu (EHDR) facultatif. L'en-tête EHDR peut contenir des informations sur la réservation et des informations étendues sur le descripteur de réseau local virtuel.

Tableau C.6-1/J.112 – Format d'en-tête MAC

Champ d'en-tête MAC	Utilisation	Taille
FC	Commande de trame: identifie le type d'en-tête MAC	8 bits
MAC_PARM	Champ paramètre dont l'utilisation dépend de la commande de trame: if EHDR_ON = 1; utilisé pour la longueur de champ EHDR (ELEN) else if (autrement) pour les trames concaténées (Tableau C.6-8), utilisées pour le compteur de trame MAC else (autrement) (pour demandes uniquement) indique le nombre de mini-intervalles et/ou les cellules ATM demandées	8 bits
LEN (SID)	Longueur de la trame MAC. La longueur est définie comme étant la somme du nombre d'octets dans l'en-tête étendu (s'il en existe un) et le nombre d'octets qui suivent le champ HCS. [Pour un en-tête de demande (REQ), ce champ est remplacé par l'identificateur de service.]	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu (si présent; taille variable)	0-255 octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
	Longueur d'un en-tête MAC	6 octets + EHDR

Le Tableau C.6-2 montre le champ commande de trame (FC).

Tableau C.6-2/J.112 – Champ commande de trame

Champ commande de trame	Utilisation	Taille
FC_TYPE	Champ de type commande de trame MAC: 00: en-tête MAC d'unité PDU de paquet 01: en-tête MAC d'unité PDU ATM 10: en-tête MAC d'unité PDU réservée 11: en-tête MAC spécifique	2 bits
FC_PARM	Bits de paramètres, utilisés en fonction du FC_TYPE	5 bits
EHDR_ON	Si = 1, il indique la présence d'un champ EHDR. [Longueur de EHDR (ELEN) déterminée par le champ MAC_PARM]	1 bit

C.6.2.3 PDU de données

L'unité PDU de données suit l'en-tête MAC. L'unité PDU de données étant facultative, seul l'en-tête MAC est transmis dans certains cas. Il convient de définir le type et le format de l'unité PDU de données par rapport au champ de commande de trame de l'en-tête MAC.

C.6.2.4 Trames MAC en paquets

Il convient que la sous-couche MAC prenne en charge la transmission de l'unité PDU de données en paquets de type Ethernet/ISO/CEI 8802-3. L'unité PDU comprend une adresse de destination (DA) vers le contrôle de redondance cyclique (CRC) mais le préambule et le délimiteur de début de trame (SFD, *start frame delimiter*) sur la trame Ethernet sont comme indiqué dans la Figure C.6-8.

Tableau C.6-3/J.112 – Format de trame MAC en mode paquet

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 00; en-tête de paquet MAC FC_PARM[4] = chiffrement de liaison de données (DLE). Si la valeur est 1, un en-tête de sécurité est présent pour le chiffrement de liaison de données (B.6.6). Si la valeur est zéro, aucun en-tête de sécurité n'est présent. FC_PARM[3:0] = 000; autres valeurs réservées pour utilisation future et non prises en compte. EHDR_ON = 0; aucun EHDR n'est présent dans cet exemple.	8 bits
MAC_PARM	Champ réservé; DOIT être mis à zéro s'il n'y a pas d'EHDR; sinon, ce champ doit être mis à la longueur de l'en-tête EHDR.	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets d'une unité PDU en mode paquet	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu, non présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Packet Data	Unité PDU en mode paquet: DA – 48 bits (adresse de destination) SA – 48 bits (adresse de source) Type/Len = champ de type Ethernet à 16 bits ou de longueur [ISO/CEI 8802-3] Données d'utilisateur (longueur variable entre 0 et 1500 octets) CRC – 32 bits (contrôle CRC sur unités PDU en mode paquet, comme défini dans les systèmes Ethernet/[ISO/CEI 8802-3])	n octets
	Longueur d'une trame MAC en mode paquet	6 + n octets

C.6.2.5 En-têtes MAC spécifiques

Il convient que l'en-tête MAC spécifique commande la synchronisation dans le sens descendant, l'ajustement de télémétrie/puissance dans le sens montant, la réservation de largeur de bande et la concaténation de plusieurs trames MAC.

C.6.2.5.1 En-tête de synchronisation

Il convient d'utiliser un en-tête de synchronisation dans les sens montant et descendant. Il convient d'établir le message de commande MAC dans une unité PDU de paquet. Dans le sens descendant, il convient d'utiliser un en-tête de synchronisation pour permettre à l'équipement MC d'envoyer la référence générale pour la synchronisation de tous les équipements MH. Il convient également d'utiliser un en-tête de synchronisation pour permettre à l'équipement MH d'envoyer un message de télémétrie pour l'ajustement de la synchronisation et du niveau du signal dans la voie montante (voir la Figure C.6-9 et le Tableau C.6-4).

Tableau C.6-4/J.112 – Format d'en-tête de synchronisation MAC

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 00000; en-tête de synchronisation MAC EHDR_ON = 0; en-tête étendu interdit pour SYNC et RNG-REQ	8 bits
MAC_PARM	Champ réservé pour utilisation future	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets d'une unité PDU en mode paquet	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu, non présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Packet Data	Message de gestion de couche MAC: message SYNC (en aval seulement) RNG-REQ (en amont seulement)	n octets
	Longueur d'une trame MAC en mode paquet	6 + n octets

C.6.2.5.2 En-tête de gestion

L'en-tête de gestion indique la tête du message de gestion MAC. Il convient de mettre le message de gestion MAC dans un domaine d'unité PDU de paquet (voir la Figure C.6-10 et le Tableau C.6-5).

Tableau C.6-5/J.112 – Format d'en-tête de gestion MAC

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 00001 EHDR_ON	8 bits
MAC_PARM	Réservé pour utilisation future	8 bits
LEN	LEN = n; longueur en octets de l'unité PDU de paquet	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu n'est pas présent dans cet exemple	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Données en paquet	Message de gestion MAC	n octets
	Longueur de trame MAC en paquet	6 + n octets + EHDR

C.6.2.5.3 En-tête de demande

Il convient que l'équipement MH utilise l'en-tête MAC pour réserver une largeur de bande uniquement dans le sens montant. L'en-tête comprend un identificateur de service et les informations nécessaires sur les numéros d'intervalles et de cellules permettant à l'équipement MH de distinguer la priorité des données. La Figure C.6-11 et le Tableau C.6-6 montrent un en-tête de demande et son format.

Tableau C.6-6/J.112 – Format d'en-tête MAC de demande

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[3:0] = 0010; en-tête MAC uniquement; suivi d'aucune unité PDU de données FC_PARM[4] indique si la demande REQ est en mini-intervalles ou en cellules ATM. [4] = 0; demande REQ en mini-intervalles [4] = 1; demande REQ en cellules ATM EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR autorisé	8 bits
MAC_PARM	REQ, quantité totale de largeur de bande demandée (uniquement dans le sens montant): si FC_PARM[4] = 0; REQ est un nombre de mini-intervalles. si FC_PARM[4] = 1; REQ est un nombre de cellules ATM.	8 bits
SID	Identificateur de service (0 ...0x3FFF)	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu non autorisé	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
	Longueur d'un en-tête MAC de demande	6 octets

C.6.2.5.4 Concaténation

Afin de transmettre plusieurs trames MAC en une rafale, un en-tête MAC spécifique est défini.

L'en-tête MAC de concaténation n'apparaît qu'une fois à la tête d'une trame MAC. Il contient le nombre (n) de trames MAC, puis la n^{ième} trame MAC suit l'en-tête comme montré dans la Figure C.6-12.

Il convient que l'en-tête de concaténation MAC permette à tout type de trame MAC une utilisation combinée d'une unité PDU de paquet réservée et d'une trame MAC spécifique (voir la Figure C.6-13 et le Tableau C.6-7).

Tableau C.6-7/J.112 – Format d'en-tête MAC de concaténation

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête spécifique MAC FC_PARM[4:0] = 11100; en-tête MAC de concaténation EHDR_ON = 0; aucun EHDR avec en-tête de concaténation	8 bits
MAC_PARM	CNT, nombre de trames MAC dans cette concaténation CNT = 0 indique un nombre non spécifié de trames MAC	8 bits
LEN	LEN = x + . . . + y; longueur en octets de toutes les trames MAC qui suivent	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu ne DOIT PAS être utilisé	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
Trame MAC 1	Première trame MAC: en-tête MAC plus unité PDU de données FACULTATIVE	x octets
Trame MAC n	Dernière trame MAC: en-tête MAC plus unité PDU de données FACULTATIVE	y octets
	Longueur de trame MAC concaténée	6 + LEN octets

C.6.2.5.5 En-tête étendu

Outre la synchronisation, l'en-tête de concaténation et de demande, il convient que la trame MAC dispose d'un en-tête MAC étendu (EHDR) afin d'envoyer les informations de réservation suivantes comme montré dans la Figure C.6-14 et le Tableau C.6-8.

Tableau C.6-8/J.112 – Format d'en-tête MAC étendu

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = XX; s'applique à tous les en-têtes MAC FC_PARM[4:0] = XXXXX; dépendant du FC_TYPE EHDR_ON = 1; en-tête EHDR présent dans cet exemple	8 bits
MAC_PARM	ELEN = x; longueur de l'en-tête EHDR en octets	8 bits
LEN	LEN = x + y; longueur en octets de l'en-tête EHDR plus l'unité PDU de données FACULTATIVE	16 bits
EHDR	L'en-tête MAC étendu est présent dans cet exemple	x octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
PDU	Unité PDU de données FACULTATIVE	y octets
	Longueur de trame MAC avec en-tête EHDR	6 + x + y octets

Il convient que l'en-tête EHDR contienne plusieurs éléments d'en-tête étendu. Le Tableau C.6-9 montre le format d'un élément d'en-tête étendu de longueur TLV (type-longueur-valeur) variable.

Tableau C.6-9/J.112 – Format de l'élément d'un en-tête EHDR

Champs de l'élément d'en-tête étendu	Utilisation	Taille
EH_TYPE	Champ du type de l'élément d'en-tête étendu	4 bits
EH_LEN	Longueur de l'élément d'en-tête étendu	4 bits
EH_VALUE	Données de l'élément d'en-tête étendu	0-15 octets

Le Tableau C.6-10 montre le type d'en-tête étendu. Les huit premiers éléments d'en-tête étendu sont utilisés entre l'équipement MC et l'équipement MH. Les sept suivants sont destinés au domaine de sous-couche MAC, c'est-à-dire entre l'équipement MC et l'équipement MH ou entre des équipements MH.

Tableau C.6-10/J.112 – Format de l'élément d'en-tête EH

EH_TYPE	EH_LEN	EH_VALUE
0	0	Réglage de configuration zéro; peut être utilisé pour compléter l'en-tête étendu. Le EH_LEN DOIT être zéro, mais le réglage de configuration peut être répété
1	3	Demande: mini-intervalles demandés (1 octet); SID (2 octets) [MH → MC]
2	2	Accusé de réception demandé; SID (2 octets) [MH → MC]
3-7		Réservé [MH → MC]
8	4	Indicateur de réseau local virtuel [MH ↔ MH]
10-14		Réservé [MH ↔ MH]
15	XX	Élément d'en-tête EH étendu: EH_TYPE (1 octet), EH_LEN (1 octet), EH_VALUE (longueur déterminée par EH_LEN)

C.6.2.6 Traitement d'erreur de trame MAC

Lorsqu'une erreur se produit dans les sens montant et descendant, il doit être prévu un cas de détection d'erreur par la séquence de vérification d'en-tête (HCS). En cas d'erreur dans le sens descendant, aucune procédure spécifique n'est exigée: la récupération du verrouillage de trame se fait automatiquement par la couche MPEG TC et la couche MAC élimine la trame erronée. En cas d'erreur dans le sens montant, il convient simplement d'éliminer la trame erronée et pour la trame suivante de débiter la synchronisation à partir du sommet de la trame.

C.6.3 Message de gestion MAC

Un message de gestion MAC est le message de commande ou d'initialisation d'accès MAC, il forme le noyau de la commande MAC complète. Il convient que tous les messages de gestion MAC soient inclus dans une trame LLC et transmis avec un en-tête MAC spécifique comme montré dans la Figure C.6-15 et dans le Tableau C.6-11. Le Tableau C.6-12 représente la classification des messages de gestion MAC.

Tableau C.6-11/J.112 – Format de message de gestion MAC

Champ	Utilisation	Taille
FC, MAC_PARM, LEN, HCS	En-tête de trame MAC commun. Tous les messages utilisent un en-tête spécifique MAC	
Adresse de destination (DA)	Les trames de gestion MAC sont adressées à une adresse de monodiffusion de MH spécifique ou à l'adresse de multidiffusion de gestion	6 octets
Source Address (SA)	Adresse MAC du système source MH ou MC	6 octets
Msg Length	Longueur totale du message MAC de l'adresse DA au contrôle CRC compris	2 octets
DSAP	Point SAP zéro LLC (00) tel que défini dans la norme [ISO/CEI 8802-2]	1 octet
SSAP	Point SAP zéro LLC (00) tel que défini dans la norme [ISO/CEI 8802-2]	1 octet
Control	Trame d'information non numérotée (03) telle que définie dans la norme [ISO/CEI 8802-2]	1 octet
Version	Ce champ définit la version du protocole de gestion MAC utilisée. A 1 pour la présente version	1 octet
Type	Ce champ définit le type du message de gestion MAC particulier donné	1 octet
RSVD	Ce champ est utilisé afin d'aligner la charge utile de message sur une frontière de 32 bits. A 0 pour la présente version	1 octet
Management Message Payload	Telle que définie pour chaque message de gestion spécifique	Longueur variable
CRC	Couvre le message y compris les champs d'en-tête (DA, SA, ...). Polynôme défini par la norme [ISO/CEI 8802-3]	4 octets

Tableau C.6-12/J.112 – Classification des messages de gestion MAC

Valeur type	Nom du message	Description du message
1	SYNC	Synchronisation de temporisation
2	UCD	Descripteur de voie montante
3	MAP	Attribution de largeur de bande dans le sens montant
4	RNG-REQ	Demande de télémétrie
5	RNG-RSP	Réponse de télémétrie
6	REG-REQ	Demande d'enregistrement
7	REG-RSP	Réponse d'enregistrement
8	UCC-REQ	Demande de changement de voie montante
9	UCC-RSP	Réponse de changement de voie montante
10-255		Réservé pour utilisation future

C.6.3.1 Synchronisation de temporisation

Il convient que l'équipement MC transmette le message de synchronisation (SYNC) aux équipements MH périodiquement et simultanément pour synchronisation à l'intérieur de la sous-couche MAC. La Figure C.6-16 montre le format. L'horodateur d'équipement MC est un horodatage de 32 bits fondé sur l'horloge de base de temps de référence.

C.6.3.2 Descripteur de voie montante

Il convient que l'équipement MC transmette périodiquement le descripteur de voie montante (UCD) pour communiquer les paramètres de la voie montante. Le descripteur UCD comprend un paramètre commun tel que la rapidité de modulation ou la taille du mini-intervalle et plusieurs descripteurs de rafale. Il convient que le descripteur de rafale comprenne plusieurs paramètres sur la méthode de modulation et la longueur du code FEC conformément à la trame MAC.

La Figure C.6-17 montre un format de descripteur UCD comprenant un en-tête et plusieurs paramètres de type TLV, le Tableau C.6-13 représente la classification des formats de message UCD.

Tableau C.6-13/J.112 – Format de message UCD

Champ	Utilisation	Taille
Upstream channel ID	Identificateur de la voie montante à laquelle ce message se réfère. Cet identificateur est choisi de manière arbitraire par l'équipement MC et est unique seulement dans le domaine de sous-couche MAC.	1 octet
Configuration Change Count	Augmenté de un (modulo la taille du champ) par l'équipement MC chaque fois qu'une quelconque valeur de ce descripteur de voie est modifiée. Si la valeur de ce compteur reste la même dans un descripteur suivant, le MH peut décider rapidement que les autres champs n'ont pas été modifiés et a la possibilité d'ignorer le reste du message. La référence de cette valeur est également prise du message MAP.	1 octet
Mini-Slot Size	Taille du mini-intervalle pour la voie montante donnée, en unités de top de base de temps (voir message SYNC).	1 octet
Downstream channel ID	Identificateur de la voie descendante par laquelle le message donné a été transmis. Cet identificateur est choisi de manière arbitraire par l'équipement MC et est unique seulement dans le domaine de sous-couche MAC.	1 octet

Les types 1 à 3 du Tableau C.6-14 montrent les paramètres communs à toutes les trames MAC à envoyer dans le sens montant. Le descripteur de rafale type 4 est un ensemble de paramètres physiques.

Tableau C.6-14/J.112 – Paramètres du message UCD

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Symbol Rate	1	1	1-16 multiples du débit de base de 144 kBd
Frequency	2	4	Fréquence centrale dans le sens montant (Hz)
Preamble Pattern	3	1-128	Superchaîne de préambule. Toutes les valeurs de préambule spécifiques à la rafale sont choisies comme sous-chaînes binaires de cette chaîne
Burst Descriptor	4		Peut apparaître plus d'une fois; décrit ci-dessous. La longueur est le nombre d'octets de l'objet global, y compris les articles TLV insérés

Le descripteur de rafale, comme indiqué dans la Figure C.6-18, est un ensemble d'informations composites comprenant des objets de type TLV. La longueur indique le numéro d'octet des données suivantes après le code d'utilisation d'intervalle. Le code d'utilisation d'intervalle est un descripteur de l'ensemble des paramètres de couche Physique défini par chaque trame. Après réception du descripteur UCD, il convient que l'équipement MH recueille les informations du descripteur de rafale et les enregistre. En cas d'attribution d'une largeur de bande dans le sens montant, il convient que l'équipement MC attribue un code d'utilisation d'intervalle. Il convient que l'équipement MH recueille le descripteur de rafale correspondant et établisse les paramètres de la couche Physique.

Il convient que le descripteur de rafale accepte des listes non ordonnées d'attributs de couche Physique. Chaque attribut est généralement décrit en format TLV (voir le Tableau C.6-15).

Tableau C.6-15/J.112 – Paramètres du descripteur de rafale

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Modulation Type	1	1	1 = MDPQ
Differential Encoding	2	1	1 = marche 2 = arrêt
Preamble Length	3	2	Jusqu'à 1024 bits. La valeur doit être un nombre entier de symboles (un multiple de 2 pour MDPQ).
Preamble Value Offset	4	2	Identifie les bits à utiliser pour la valeur du préambule. Celle-ci est spécifiée comme le décalage de début dans le motif de préambule (voir Tableau C.6-14). C'est-à-dire qu'une valeur zéro signifie que le premier bit du préambule pour ce type de rafale est la valeur du premier bit du motif de préambule. Une valeur de 100 signifie que le préambule doit utiliser le bit numéro 101 et les bits suivants du motif de préambule. Cette valeur doit être un multiple de la taille de symbole.
FEC Error Correction (T bytes)	5	1	0-10 octets. Une valeur zéro implique qu'il n'y a pas de correction d'erreur directe.
FEC Codeword Length (k)	6	1	Fixe: 1 à 255 Raccourci: 16 à 255
Scrambler Seed	7	2	La valeur de départ de 15 bits
Maximum Burst Size	8	1	Nombre maximal de mini-intervalles qui peut être transmis dans ce type de rafale. L'absence de ce réglage de configuration implique que la taille de rafale est limitée ailleurs. Cette valeur DOIT être utilisée quand l'intervalle est de type attribution de données courtes.
Guard Time Size	9	1	Nombre de temps de rafale qui doit suivre la fin de la rafale donnée. (Bien que cette valeur puisse être calculée à partir d'autres paramètres d'architecture et de réseau, elle est intégrée à cet endroit afin d'assurer que les équipements MH et MC utilisent tous la même valeur.)
Last Codeword Length	10	1	1 = fixe 2 = raccourci
Scrambler on/off	11	1	1 = marche 2 = arrêt

C.6.3.3 Table de mappage d'attribution de largeur de bande dans le sens montant

La table de mappage d'attribution de largeur de bande dans le sens montant (MAP) est un message acheminé de l'équipement MC à l'équipement MH. La Figure C.6-20 montre le message MAP et le Tableau C.6-16 son format.

Tableau C.6-16/J.112 – Format du message MAP

Champ	Utilisation	Taille
Upstream channel ID	Identificateur de la voie montante à laquelle ce message se réfère.	1 octet
UCD Count	Doit correspondre à la valeur du compteur de modifications de configuration du descripteur UCD qui décrit les paramètres de rafale qui s'appliquent à cette table de mappage.	1 octet
Number of Elements	Nombre d'éléments d'informations dans la table de mappage.	1 octet
Reserved	Champ réservé pour l'alignement.	1 octet
Alloc Start time	Temps de démarrage effectif mesuré à partir de l'initialisation MC (en mini-intervalles) pour les attributions dans cette table de mappage.	4 octets
Ack time	Dernier temps, à partir de l'initialisation MC, (mini-intervalles) traité dans le sens montant, ayant généré un accusé de réception d'attribution, d'attribution en attente ou de données.	4 octets
Ranging Back-off Start	Fenêtre d'attente initiale pour la contention de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15.	1 octet
Ranging Back-off End	Fenêtre d'attente finale pour la contention de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15.	1 octet
Data Back-off Start	Fenêtre d'attente initiale pour les données et les demandes en mode contention, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15.	1 octet
Data Back-off End	Fenêtre d'attente finale pour les données et les demandes en mode contention, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15.	1 octet
MAP information elements	Informations sur l'attribution de largeur de bande.	

Il convient que les éléments d'information MAP adoptent le format montré dans la Figure C.6-21 et le Tableau C.6-17.

Tableau C.6-17/J.112 – Format de l'élément d'information

Champ	Utilisation	Taille
SID	Largeur de bande et classe de service attribuées à l'équipement MH	14 bits
IUC (Information Usage Code)	Utilisation de la bande passante attribuée (pour demande, pour attribution)	4 bits
offset	Indique la première valeur de décalage du domaine du mini-intervalle	14 bits

Le code d'utilisation d'information (IUC, *information usage code*) indique une utilisation de la largeur de bande attribuée. La liste des codes IUC est donnée dans le Tableau C.6-18.

C.6.3.4 Demande de télémétrie

La demande de télémétrie (RNG-REQ) est une exigence relative à la télémétrie à envoyer d'un équipement MH vers un équipement MC. Après réception d'une demande RNG-REQ, il convient que l'équipement MC débute le mesurage du temps de passage et du niveau de signal et communique cette valeur d'ajustement à l'équipement MH par réponse de télémétrie (RNG-RSP), décrite dans le sous-paragraphe suivant. La Figure C.6-22 montre le message RNG-REQ et le Tableau C.6-19, son format.

Tableau C.6-18/J.112 – Eléments d'information

Nom de l'élément d'information	Code d'utilisation d'information (IUC) (4 bits)	SID (14 bits)	Décalage de mini-intervalle (14 bits)
Request	1	quelconque	décalage de début de la région REQ (utilisé pour la télémétrie initiale)
REQ/Data (voir Appendice B.I pour définition de multidiffusion)	2	multidiffusion	le décalage de début des diffusions communément admises de la région de données IMMEDIATE définit les intervalles de début.
Initial Maintenance	3	diffusion/ multidiffusion	décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie initiale)
Station Maintenance	4	monodiffusion	décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie périodique)
Short Data Grant	5	monodiffusion	décalage de début de l'attribution de données accordées; si la longueur déduite = 0, une attribution de données est en attente.
Long Data Grant	6	monodiffusion	décalage de début de l'attribution de données accordées; si la longueur déduite = 0, une attribution de données est en attente.
Null IE	7	zéro	décalage de fin de l'attribution précédente. Utilisé pour limiter la longueur de la dernière attribution d'intervalles réelle.
Data Ack	8	monodiffusion	l'équipement MC met à 0
Réservé	9-14	quelconque	réservé
Expansion	15	Code IUC étendu	# de mots de 32 bits supplémentaires dans l'élément IE donné

Tableau C.6-19/J.112 – Format du message RNG-REQ

Champ	Utilisation	Taille
SID	Identificateur SID d'initialisation ou identificateur SID attribué pour des demandes périodiques (il s'agit d'un champ de 16 bits dont les 14 bits inférieurs définissent l'identificateur SID avec les bits 14,15 comme étant 0).	2 octets
Downstream Channel ID	Identificateur de la voie descendante par laquelle l'équipement MH a reçu le descripteur UCD qui a décrit la voie montante donnée.	1 octet

C.6.3.5 Réponse de télémétrie

La réponse de télémétrie (RNG-RSP) est envoyée par l'équipement MC à l'équipement MH conformément au message RNG-REQ. Il convient que la réponse RNG-RSP indique les valeurs de synchronisation ou de niveau de signal à ajuster à l'équipement MH. La Figure C.6-23 montre le message RNG-RSP, le Tableau C.6-20 donne les codages de message RNG-RSP.

Tableau C.6-20/J.112 – Codages de message RNG-RSP

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Timing Adjust	1	4	Ajustement de décalage de synchronisation TX (signé de 16 bits)
Power Level Adjust	2	1	Ajustement de décalage de puissance TX (signé de 8 bits, unités en 1 dB)
Offset Frequency Adjust	3	2	Ajustement de décalage de fréquence TX (signé de 16 bits, unités en Hz)
Transmit Equalization Adjust	4	n	Données d'égalisation TX – Voir détails ci-dessous
Ranging Status	5	1	1 = continuer , 2 = abandon, 3 = succès.
Réservé	6-255	n	Réservé pour utilisation future

Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser une fonction d'égalisation, il convient que les coefficients d'égaliseur (valeurs d'entrée) soient envoyés comme message RNG-RSP. La Figure C.6-24 montre les coefficients d'égalisation générale, la Figure C.6-25 la localisation d'entrée d'égaliseur et la Figure C.6-26 le codage des paramètres TLV.

C.6.3.6 Demande d'enregistrement

Pour l'initialisation, il convient que l'équipement MH reçoive un fichier de paramètres et établisse les paramètres primaires de fonctionnement. Il convient ensuite que l'équipement MH transmette une demande d'enregistrement (REG-REQ) pour négocier chaque paramètre tel que l'attribution de fréquence dans les sens montant et descendant ou la prise en charge de fonctions facultatives avec l'équipement MC. Il convient également que le message REG-REQ contienne une demande SID selon la qualité de service. Les Figures C.6-27 et C.6-28 montrent respectivement un message REG-REQ et un exemple de codages.

C.6.3.7 Réponse d'enregistrement

La réponse d'enregistrement (REG-RSP) est un message d'équipement MC à un équipement MH en réponse à un message REG-REQ. Il convient que l'équipement MC attribue une fréquence montante/descendante, une fonction de prise en charge facultative et un identificateur SID à l'équipement MH. Les Figures C.6-29 et C.6-30 montrent respectivement un message REG-RSP et un exemple de codages.

Les données de classe de service sont un paramètre composite comprenant plusieurs paramètres. Il convient que chaque paramètre de service inclut un seul paramètre associé à une classe de service. Le Tableau C.6-21 montre un exemple de codages de classe de service.

Tableau C.6-21/J.112 – Exemple de codages de données de classe de service

Type	Longueur	Valeur (sous-)type	Longueur	Valeur	Description
1	7	1	1	1	réglage de configuration de données de classe de service
		2	2	123	classe de service 1 identificateur SID pour cette classe
1	7	1	1	2	réglage de configuration de données de classe de service
		2	2	244	classe de service 2 identificateur SID pour cette classe
1	7	1	1	n	réglage de configuration de données de classe de service
		2	2	345	classe de service n identificateur SID pour cette classe

C.6.3.8 Demande de changement de voie montante

Il convient de transmettre la demande de changement de voie montante (UCC-REQ) pour que l'équipement MC indique à l'équipement MH le changement de voie montante. La Figure C.6-31 montre un format de message UCC-REQ.

C.6.3.9 Réponse de changement de voie montante

Il convient que l'équipement MH transmette à l'équipement MC une réponse de changement de voie montante (UCC-RSP) en réponse au message UCC-REQ. Après transmission de la réponse UCC-RSP, il convient que l'équipement MH change de voie montante. Il convient que l'équipement MH ignore une demande UCC-REQ dans l'état de changement de voie montante. Si la demande UCC-REQ indique la voie courante utilisée, il convient que l'équipement MH retourne un message UCC-RSP à l'équipement MC, sans ignorer la demande. La Figure C.6-32 montre un format de message UCC-RSP.

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
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages de programmation