

Union internationale des télécommunications

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# J.112

**Annexe B**  
(03/2004)

SÉRIE J: RÉSEAUX CÂBLÉS ET 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

**Annexe B: spécifications de l'interface du  
service de transmission de données par câble:  
interface radioélectrique**

Recommandation UIT-T J.112 – Annexe B



# **Recommandation UIT-T J.112**

## **Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble**

### **Annexe B**

#### **Spécifications de l'interface du service de transmission de données par câble: interface radioélectrique**

##### **Résumé**

L'Annexe B établit les spécifications de l'interface radioélectrique des systèmes de transmission de données par câble à grande vitesse.

Il y a deux options pour la technologie de la couche Physique qui ont une égale priorité et dont il n'est pas exigé qu'elles soient interopérables. Une option technologique est fondée sur la distribution télévisuelle multiprogramme vers l'aval qui est déployée avec des canaux à 6 MHz, et qui prend en charge la transmission vers l'amont dans la région de 5 à 42 MHz. La seconde option technologique se fonde sur la distribution télévisuelle multiprogramme qui utilise un espacement de canaux de 8 MHz et prend en charge les flux vers l'amont dans la région de 5 à 65 MHz. Les deux options ont un statut équivalent. La première de ces options est définie dans les paragraphes B.4, B.6 et B.7, alors que la seconde est définie en remplaçant le contenu de ces paragraphes par celui de l'Annexe B.N.

L'Annexe B.O "Confidentialité pour les implémentations de modem câble" de la précédente Annexe B/J.112 a été retirée parce qu'elle est devenue la Rec. UIT-T J.125.

##### **Source**

L'Annexe B de la Recommandation UIT-T J.112 a été approuvée le 15 mars 2004 par la Commission d'études 9 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## AVANT-PROPOS

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

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

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

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

## NOTE

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

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour implémenter la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
Annexe B – Spécifications de l'interface du service de transmission de données par câble: interface radioélectrique .....	1
B.1    Domaine d'application et objet .....	1
B.2    Références .....	4
B.3    Définitions et abréviations.....	8
B.4    Hypothèses fonctionnelles.....	18
B.5    Protocoles de communication.....	23
B.6    Spécification de sous-couche déterminée par le support physique .....	33
B.7    Sous-couche de convergence de transmission aval .....	59
B.8    Spécification de commande d'accès au support physique .....	63
B.9    Fonctionnement du protocole de commande d'accès au support physique ....	130
B.10   Qualité de service et fragmentation.....	143
B.11   Interaction entre modem câble et système CMTS.....	179
B.12   Prise en charge des futures capacités nouvelles de modem câble.....	260
Annexe B.A – Adresses courantes.....	261
Annexe B.B – Paramètres et constantes .....	262
Annexe B.C – Codages communs d'interface radioélectrique.....	265
Annexe B.D – Spécification d'interface de configuration CM .....	314
Annexe B.E – Définition du service de couche MAC .....	321
Annexe B.F – Exemple de séquence de préambule.....	330
Annexe B.G – Interopérabilité entre versions DOCSIS v1.0 et v1.1.....	331
Annexe B.H – Canaux amont multiples.....	335
Annexe B.I – Protocole d'interconnexion arborescente des données par câble.....	341
Annexe B.J – Codes et messages d'erreur.....	345
Annexe B.K – Transmission DOCSIS et résolution des conflits.....	345
Annexe B.L – Exemple de protocole IGMP .....	350
Annexe B.M – Services d'attribution non sollicitée.....	351
Annexe B.N – Compléments de spécification européens.....	357



## Recommandation UIT-T J.112

### Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble

#### Annexe B

##### Spécifications de l'interface du service de transmission de données par câble: interface radioélectrique

###### B.1 Domaine d'application et objet

###### B.1.1 Domaine d'application général

L'Annexe B définit les spécifications d'interface radioélectrique pour les systèmes de transmission de données sur câble à grande vitesse.

Il existe des différences entre les pratiques de planifications du spectre par câble qui ont été adoptées pour différents réseaux dans le monde. Deux options technologiques de couche Physique sont donc offertes. Elles ont une priorité égale et il n'est pas exigé qu'elles soient interopérables. Une option technologique est fondée sur la distribution aval de programmes multiples de télévision avec une bande passante de 6 MHz. Cette option prend en charge l'émission vers l'amont dans la gamme de 5 MHz à 42 MHz. La deuxième option technologique est fondée sur une distribution multiprogrammes de télévision et prend en charge l'émission vers l'amont dans les 5 MHz à 65 MHz. Les deux options ont le même statut. La première de ces options est définie dans les paragraphes B.4, B.6, et B.7, tandis que la seconde est définie par remplacement du contenu de ces paragraphes par celui de l'Annexe B.N. La conformité avec l'Annexe B implique la conformité avec une seule de ces options. Il n'est pas exigé que les équipements construits selon une option doivent interfonctionner avec les équipements construits selon l'autre.

Ces options technologiques de couche Physique offrent aux opérateurs une certaine souplesse par rapport au plan de fréquences, aux exigences de EMC et de sécurité, prescrites pour leur domaine d'activité. Par exemple, l'option vers l'aval de 6 MHz, définie par les paragraphes B.4, B.6 et B.7, pourrait être déployée dans un plan de fréquences avec des canaux de 8 MHz.

Les exigences de planification de fréquence, de sécurité et de EMC relèvent des compétences nationales et ne sont pas couvertes par l'Annexe B. La conformité reste sous la responsabilité des opérateurs.

###### B.1.2 Conventions

Dans l'ensemble de l'Annexe B, les termes employés pour définir la signification d'une exigence particulière sont les suivants.

DOIT	Cette expression, ou l'adjectif "REQUIS", signifie que la clause est une exigence absolue de l'Annexe B.
NE DOIT PAS	Cette expression signifie que la clause est absolument interdite par l'Annexe B.
DEVRAIT	Cette forme verbale, ou l'adjectif "RECOMMANDÉ", signifie qu'il peut exister, dans des circonstances particulières, des raisons valables pour ignorer cette clause mais que la totalité des implications devrait être prise en considération et que le cas devrait être étudié soigneusement avant de choisir une autre solution.

**NE DEVRAIT PAS** Cette forme verbale signifie qu'il peut exister, dans des circonstances particulières, des raisons valables pour que le comportement indiqué soit acceptable ou même utile, mais qu'il y a lieu de prendre en considération la totalité des implications et d'étudier soigneusement le cas avant de passer outre à cette recommandation.

**PEUT** Cette forme verbale, ou l'adjectif "FACULTATIF", signifie que cette clause est vraiment une option. Un vendeur peut choisir d'inclure cette clause parce qu'un marché particulier l'exige ou parce qu'elle améliore le produit, alors qu'un autre vendeur peut omettre cette clause.

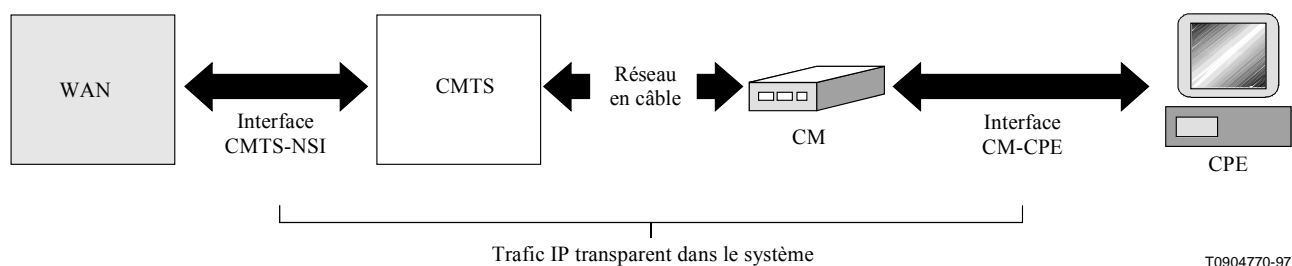
Les autres formes verbales sont descriptives ou explicatives.

### B.1.3 Fondements

#### B.1.3.1 Objectifs de service

Les câblo-opérateurs sont intéressés par la mise en place de systèmes de communications rapides en mode paquet sur des réseaux de distribution de télévision par câble pouvant prendre en charge une grande variété de services. Les services envisagés par les câblo-opérateurs sont en particulier les suivants: téléphonie en mode paquet, visioconférence, équivalent du mode T1/relais de trames, et bien d'autres. Il a été décidé d'élaborer une série de spécifications d'interface permettant de définir, de concevoir, de développer et de déployer rapidement des systèmes de transmission de données par câble sur une base uniforme, cohérente, ouverte, non exclusive et interopérable entre fournisseurs multiples.

Le service prévu permettra un transfert transparent du trafic (IP, *Internet protocol*) dans les deux sens, entre la tête de réseau du système en câble et les locaux d'abonné, sur un réseau entièrement composé de câbles coaxiaux ou sur un réseau hybride à fibres optiques/câbles coaxiaux, comme cela est représenté de manière simplifiée par la Figure B.1-1.



**Figure B.1-1/J.112 – Trafic IP transparent dans le système de données sur câble**

Le chemin de transmission sur le système par câble est réalisé à la tête du réseau par un système de terminaison de modem câble (CMTS, *cable modem termination system*) et par un modem câble (CM, *cable modem*) dans chaque local d'abonné. Dans la tête de réseau (ou dans le concentrateur), l'interface avec le système de transmission de données par câble est appelée interface côté réseau de système de terminaison de modem câble (CMTS-NSI, *cable modem termination system – network-side interface*). Cette interface est spécifiée dans la référence [DOCSIS3]. Dans les locaux d'abonné, l'interface est appelée interface entre modem câble et équipement de locaux client (CMCI, *cable-modem-to-customer-premises-equipment interface*). Cette interface est spécifiée dans la référence [DOCSIS4]. L'objectif est que les opérateurs transfèrent de manière transparente le trafic IP entre ces interfaces, y compris les datagrammes, les protocoles DHCP, ICMP et l'adressage de groupe IP (diffusion et multidiffusion), entre autres signaux.



### B.1.3.2 Architecture de référence

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

NOTE – Cette architecture n'illustre que les plans de fréquences Nord-américains et n'est pas normative pour les applications européennes. Voir au § B.1.1 les conditions d'application.

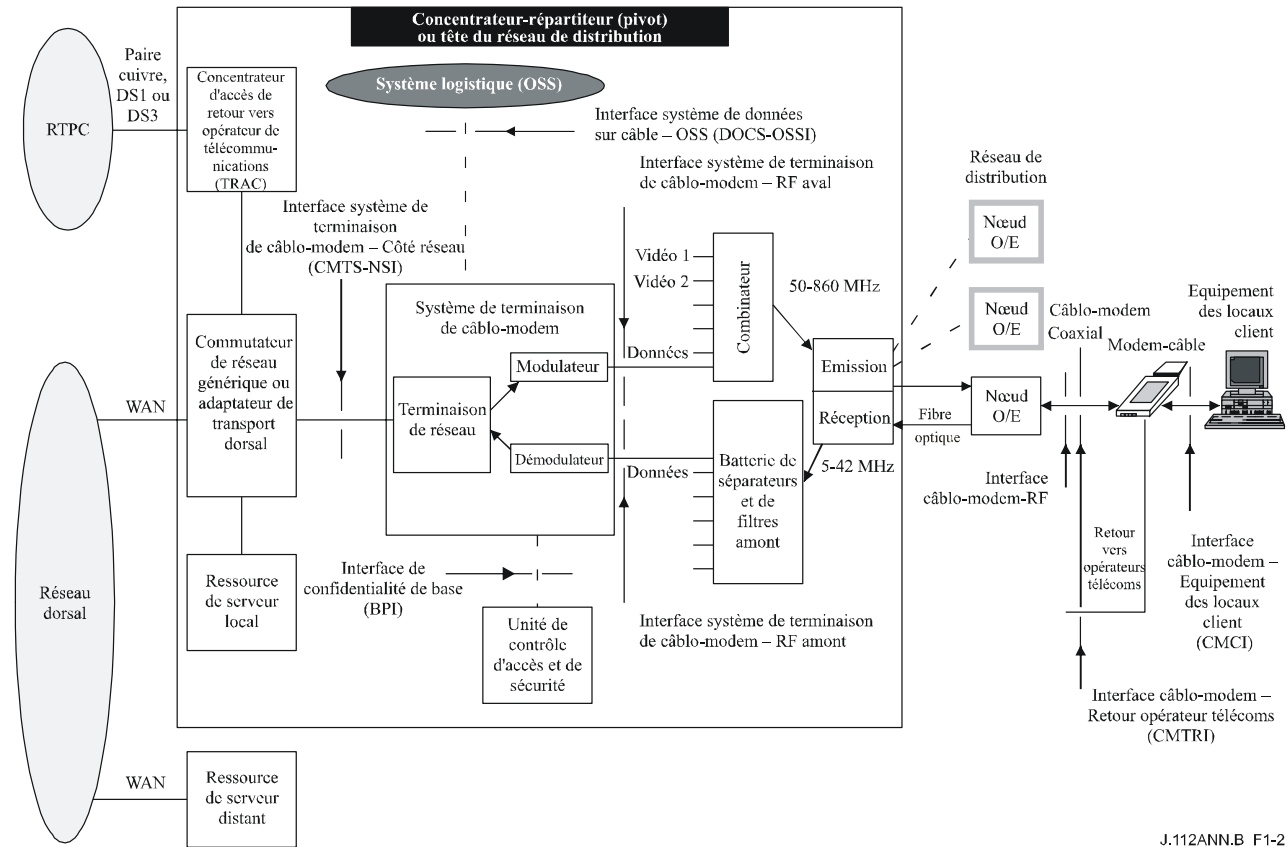


Figure B.1-2/J.112 – Architecture de référence de la transmission de données par câble

### B.1.3.3 Catégories de spécification d'interface

L'architecture de référence de base décrite dans la Figure B.1-2 implique cinq catégories d'interface.

**Interfaces de données** – Il s'agit des interfaces CMCI, [DOCSIS4] et CMTS-NSI [DOCSIS3], qui correspondent respectivement à l'interface entre le modem câble et l'équipement des locaux client (CPE), (par exemple entre l'ordinateur du client et le modem câble) et l'interface entre le système de terminaison de modem câble et le côté réseau, située entre le CMTS et le réseau de transmission de données.

**Interfaces de système support d'exploitation (OSS, *operations support systems interfaces*)** – Il s'agit des interfaces de couche gestion d'élément de réseau situées entre les éléments de réseau et les systèmes support d'exploitations (OSS, *operations support system*) de haut niveau. Ces interfaces prennent en charge les processus commerciaux de base et sont décrites dans [SCTE4].

**Interfaces de retour téléphonique** – CMTRI – Il s'agit des interfaces entre le modem câble et une voie de retour téléphonique, à utiliser lorsque la voie de retour n'est pas fournie ou n'est pas disponible dans le réseau en câble. Ces interfaces sont décrites dans [DOCSIS6].

**Interfaces radioélectriques RF** – Les interfaces RF définies dans l'Annexe B sont les suivantes:

- entre le modem câble et le réseau en câble;
- entre le système CMTS et le réseau en câble dans le sens aval (trafic vers le client);

- entre le système CMTS et le réseau en câble dans le sens amont (trafic issu du client).

### Interfaces de sécurité

- La sécurité fondamentale de la transmission de données par câble est définie dans [UIT-T J.125].

#### B.1.3.3.1 Documents d'interface du service de transmission de données par câble

On trouvera ci-dessous une liste des documents faisant partie de la série des spécifications d'interface du service de transmission de données par câble. En ce qui concerne les mises à jour, voir l'URL <http://www.cablemodem.com>.

Désignation	Titre
SP-CMCI	Spécification de l'interface entre modem câble et équipement des locaux client
SP-CMTS-NSI	Spécification de l'interface entre système de terminaison de modem câble et côté réseau
SP-CMTRI	Spécification de l'interface entre modem câble et retour vers opérateur de télécommunications
SP-OSSI	Spécification de l'interface avec le système logistique
SP-RFI	Spécification de l'interface avec le réseau radioélectrique
SP-BPI+	Spécification de l'interface avec la confidentialité de base plus confidentialité

#### Légende des désignations

SP spécification

TP plan d'essais (document contenant des procédures d'essai destinées à valider la conformité à la spécification, l'interopérabilité ou la performance)

TR Rapport technique (document offrant un contexte facilitant la compréhension et appliquant la spécification ou des hypothèses sur d'éventuelles caractéristiques futures)

#### B.1.3.4 Déclaration de compatibilité

Le présent paragraphe ne s'applique qu'à la première option définie au § B.1.1.

L'Annexe B spécifie une interface qui est couramment désignée par l'acronyme DOCSIS.1.1 et qui est une extension de l'interface spécifiée dans la spécification [SCTE1], souvent appelée DOCSIS 1.0. Ces extensions sont entièrement compatibles, dans les deux sens, avec la précédente version de l'Annexe B/J.112. Les modems câble conformes à l'interface DOCSIS.1.1 DOIVENT interfonctionner en transparence avec les systèmes CMTS selon DOCSIS.1.0 et les systèmes CMTS conformes à l'interface DOCSIS.1.1 DOIVENT prendre en charge en transparence les modems câble selon DOCSIS.1.0.

On trouvera à l'Annexe B.G de plus amples informations sur l'interopérabilité.

## B.2 Références

### B.2.1 Références normatives

Les Recommandations suivantes de l'UIT-T et les autres références contiennent des dispositions qui, par leur référence dans le présent document, constituent des dispositions de l'Annexe B. 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. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut de Recommandation.

- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1Q-2003, *IEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks*. (Norme de l'IEE pour les réseaux de zone locale et métropolitaine: Réseaux de zone locale à pontage virtuel)
- [CEI 60169-24] CEI 60169-24 (1991-11), *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Vingt-quatrième partie: connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec verrouillage à vis pour usage dans les systèmes de distribution par câbles à 75 ohms (Type F)*.
- [ISO/CEI 8825-1] Recommandation UIT-T X.690 (2002) | ISO/CEI 8825-1:2002, *Technologies de l'information – Règles de codage ASN.1: Spécification des règles de base pour le codage, des règles de codage canoniques et des règles de codage particulières*.
- [ISO/CEI 8802-2] ISO/CEI 8802-2:1998 (IEEE Std 802.2:1998), *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 2: Commande de liaison logique*.
- [ISO/CEI 8802-3] ISO/CEI 8802-3:2000 (IEEE Std 802.3:2000), *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*.
- [ISO/CEI 10038] ISO/CEI 10038:1993 (ANSI/IEEE Std 802.1D:1993), *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux – Commande d'accès au support (MAC) – Ponts*.
- [ISO/CEI 10039] ISO/CEI 10039:1991, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Réseaux locaux – Définition du service de commande d'accès au support (MAC)*.
- [UIT-T H.222.0] Recommandation UIT-T H.222.0 (2000) | ISO/CEI 13818-1:2000, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son associé: systèmes*.
- [UIT-T J.83-B] Recommandation UIT-T J.83 (1997) Annexe B, *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*.
- [UIT-T J.125] Recommandation UIT-T J.125 (2004), *Confidentialité de la liaison pour les mises en œuvre de modem câble*.
- [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*.
- [RFC 791] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol*. (Le protocole Internet)
- [RFC 826] IETF RFC 826 (1982), *Ethernet Address Resolution Protocol: Or Converting Network Protocol Addresses to 48-bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet hardware*. (Protocole de résolution d'adresses Ethernet: Conversion des adresses de protocole réseau en adresses Ethernet à 48 bits pour transmission sur matériel Ethernet)
- [RFC 868] IETF RFC 868 (1983), *Time Protocol*. (Protocole de l'heure)

- [RFC 1042] IETF RFC 1042 (1988), *A standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks*. (Norme pour la transmission des datagrammes IP sur les réseaux IEEE 802)
- [RFC 1123] IETF RFC 1123 (1989), *Requirements for Internet Hosts – Application and Support*. (Exigences pour les hôtes Internet – application et prise en charge)
- [RFC 1157] IETF RFC 1157 (1990), *A Simple Network Management Protocol (SNMP)*. (Protocole de gestion de réseau simple).
- [RFC 1350] IETF RFC 1350 (1992), *The TFTP Protocol (Revision 2)*.
- [RFC 2104] IETF RFC 2104 (1997), *HMAC: Keyed-Hashing For Message Authentication*. (HMAC: Hachage chiffré pour l'authentification de message).
- [RFC 2131] IETF RFC 2131 (1997), *Dynamic Host Configuration Protocol*. (Protocole de configuration dynamique d'hôte).
- [RFC 2132] IETF RFC 2132 (1997), *DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions*. (Options DHCP et extensions fabricant BOOTP).
- [RFC 2236] IETF RFC 2236 (1997), *Internet Group Management Protocol, Version 2*. (Protocole de gestion de groupe Internet (version 2)).
- [RFC 2349] IETF RFC 2349 (1998), *TFTP Timeout Interval And Transfer Size Options*. (Options TFTP d'intervalle de temporisation et de taille de transfert).
- [RFC 2786] IETF RFC 2786 (2000), *Diffie-Helman USM Key Management Information Base And Textual Convention*. (Base de données d'informations de gestion de clé USM et convention textuelle Diffie-Hellmann).
- [RFC 3046] IETF RFC 3046 (2001), *DHCP Relay Agent Information Option*. (Option d'information d'agent de relais DHCP).
- [RFC 3256] IETF RFC 3256 (2002), *The DOCSIS Device Class DHCP Relay Agent Information Sub-Option*. (Sous-option DOCSIS d'information d'agent de relais DHCP de classe d'appareil).
- [SCTE1] ANSI/SCTE 22-1 (2002), *DOCSIS 1.0, Radio Frequency Interface*. (Interface radio-fréquence).
- [SCTE2] ANSI/SCTE 22-2 (2002), *DOCSIS 1.0, Baseline Privacy Interface*. (Interface de confidentialité de base).
- [SCTE4] ANSI/SCTE 23-3 (2003), *DOCSIS 1.1 Part 3: Operations Support System Interface*. (Interface de système de support de fonctionnement).
- [SHA] NIST, FIPS PUB 180-1 (1995), *Secure Hash Standard*. (Norme de hachage sécurisé).

### **B.2.2 Références informatives**

- [CableLabs2] CableLabs2 (November 1994), *Digital Transmission Characterization of Cable Television Systems*, (Caractéristiques de la transmission numérique des systèmes de télévision par câble), Cable Television Laboratories, Inc.
- [DOCSIS3] *Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem Termination System – Network Side Interface Specification*. (Spécification de l'interface côté réseau de système de terminaison de modem-câble) SP-CMTS-NSII01-960702.

- [DOCSIS4] *Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem to Customer Premises Equipment Interface Specification.* (Spécification de l'interface entre modem-câble et équipement dans les locaux de l'utilisateur), SP-CMCI-I04-000714.
- [DOCSIS6] *Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Cable Modem Telephony Return Interface Specification,* SP-CMTRI-I01-970804.
- [EIAS 542] EIA Standard 542 (1997), *Cable Television Channel Identification Plan.* (Plan d'identification des canaux de télévision par câble).
- [EN 300 429] ETSI EN 300 429v1.2.1 (1998), *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems.* (Visiodiffusion numérique: Structure de mise en trame, codage de canal et modulation pour les systèmes par câble).
- [ID-IGMP] Fenner W., IGMP-based Multicast Forwarding ("IGMP Proxying"), Internet Draft, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-magma-igmp-proxy-00.txt>.
- [IEEE 802] IEEE 802 (1990), *Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture.* (Réseaux de zone locale et métropolitaine: Vue générale et architecture).
- [IMA] Internet Assigned Numbers Authority, Internet Multicast Addresses, (*Autorité d'attribution des numéros Internet, adresses Internet en diffusion groupée*) <http://www.iana.org/assignments/multicast-addresses>.
- [UIT-T J.162] Recommandation UIT-T J.162 (2004), *Protocole réseau de signalisation d'appel pour la fourniture de services à temps critique sur les réseaux de télévision par câble utilisant des câblo-modems.*
- [UIT-T J.163] Recommandation UIT-T J.163 (2004), *Qualité de service dynamique pour la fourniture de services en temps réel sur les réseaux de télévision par câble utilisant des câblo-modems.*
- [UIT-T Z.100] Recommandation UIT-T Z.100 (1999), *SDL: langage de description et de spécification.*
- [NCTA] NCTA Recommended Practices for Measurements on Cable Television Systems, (*Pratiques recommandées par la NCTA pour les mesures sur les systèmes de télévision par câble*), National Cable Television Association, Washington DC, 2<sup>ème</sup> édition, révisée octobre 1993.
- [RFC 1493] IETF RFC 1493 (1993), *Definitions of Managed Objects for Bridges.* (Définition des objets gérés pour les ponts).
- [RFC 1633] IETF RFC 1633 (1994), *Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview.* (Services intégrés dans l'architecture Internet: Généralités).
- [RFC 1812] IETF RFC 1812 (1995), *Requirements for IP Version 4 Routers.* (Exigences pour les routeurs IPv4).
- [RFC 2212] IETF RFC 2212 (1997), *Specification of Guaranteed Quality of Service.* (Spécification de la qualité de service garantie).
- [RFC 2453] IETF RFC 2453 (1998), *RIP Version 2.*
- [RFC 2669] IETF RFC 2669 (1999), *DOCSIS Cable Device MIB Cable Device Management Information Base for DOCSIS compliant Cable Modems and Cable Modem Termination Systems.* (Base de données d'informations de gestion d'appareils par câble de MIB d'appareils par câble DOCSIS pour les

modems câble et systèmes de terminaison de modems câble conformes à DOCSIS).

[SCTE3] ANSI/SCTE 22-3 (2002), *DOCSIS 1.0 Part 3: Operations Support System Interface* (Interface de système de support de fonctionnement).

[SCTE5] ANSI/SCTE 79-2 (2002), *DOCSIS 2.0, Operations Support System Interface* (Interface de système de support de fonctionnement).

[SMS] *The Spectrum Management Application (SMA) and the Common Spectrum Management Interface (CSMI)* (Application de gestion du spectre et interface commune de gestion du spectre), Time Warner Cable, 24 décembre 1995.

## **B.3 Définitions et abréviations**

### **B.3.1 Définitions**

L'Annexe B définit les termes suivants:

**B.3.1.1 flux de service actif:** flux de service admis en provenance du CM vers le CMTS, qui est disponible pour la transmission de paquets.

**B.3.1.2 protocole de résolution d'adresses (ARP, *address resolution protocol*):** protocole du groupe IETF destiné à convertir les adresses réseau en adresses Ethernet à 48 bits.

**B.3.1.3 flux de service admis:** flux de service, soit mis à disposition soit signalé dynamiquement, qui est autorisé et pour lequel des ressources ont été réservées mais qui n'est pas actif.

**B.3.1.4 American National Standards Institute (ANSI):** Institut national américain de normalisation.

**B.3.1.5 mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*):** protocole de transmission de divers signaux numériques utilisant des cellules uniformes de 53 octets.

**B.3.1.6 module d'autorisation:** module abstrait que le système CMTS peut consulter afin d'autoriser des flux de service et des classificateurs. Ce module d'autorisation indique au CMTS si le CM demandeur est autorisé à recevoir les ressources qu'il demande.

**B.3.1.7 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'erreurs binaires (BER) hypothétique.

**B.3.1.8 tableau d'attribution des largeurs de bande:** message de gestion MAC que le système CMTS utilise pour attribuer des opportunités de transmission aux modems câble.

**B.3.1.9 unité de données protocolaire de pont (BPDU, *bridge protocol data unit*):** message de protocole d'interconnexion arborescente tel que défini par [ISO/CEI 10038].

**B.3.1.10 adresse de diffusion:** adresse de destination prédéfinie, qui désigne l'ensemble de tous les points d'accès aux services du réseau de données.

**B.3.1.11 seconde avec rafale d'erreurs:** toute seconde erronée contenant au moins 100 erreurs.

**B.3.1.12 modem câble (CM, *cable modem*):** modulateur-démodulateur situé dans les locaux d'abonné afin d'acheminer des communications de données dans un système de télévision par câble.

**B.3.1.13 système de terminaison de modem câble (CMTS, *cable modem termination system*):** système de terminaison de modem câble 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 vers un réseau régional.

- B.3.1.14 interface côté réseau de système de terminaison de modem câble (CMTS-NSI, *cable modem termination system – network side interface*):** interface, définie dans [DOCSIS3], entre un système CMTS et l'équipement du côté réseau.
- B.3.1.15 interface entre modem câble et équipement des locaux client (CMCI, *cable modem to CPE interface*):** interface, définie dans [DOCSIS4], entre un modem câble et l'équipement des locaux client.
- B.3.1.16 modulation parasite de la porteuse; ronflement:** 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.
- B.3.1.17 rapport porteuse sur bruit (C/N ou CNR, *carrier-to-noise ratio*):** carré du rapport entre la moyenne quadratique (valeur efficace) de la tension de la porteuse RF à modulation numérique et la moyenne quadratique de la tension du bruit aléatoire continu dans la largeur de bande de mesure définie. (Sauf spécification contraire, la largeur de bande de mesure est la rapidité de modulation de la modulation numérique; en vidéo, cette largeur est de 4 MHz.)
- B.3.1.18 classificateur:** ensemble de critères utilisés pour adapter les paquets en fonction des champs de paquet des protocoles TCP, UDP, IP, LLC et/ou 802.1P/Q. Un classificateur applique chaque paquet sur un flux de service. Un classificateur aval est utilisé par le système CMTS afin d'assigner des paquets à des flux de service aval. Un classificateur amont est utilisé par le CM afin d'assigner des paquets aux flux de service amont.
- B.3.1.19 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 système en câble.
- B.3.1.20 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 système en câble.
- B.3.1.21 CCCM (*CPE controlled cable modem*):** voir la spécification DOCSIS d'interface entre modem câble et équipement des locaux client (CMCI).
- B.3.1.22 transmodulation:** forme de distorsion de signaux de télévision où la modulation d'un ou de plusieurs canaux de télévision est imposée à un ou plusieurs autres canaux.
- B.3.1.23 client:** voir utilisateur final.
- B.3.1.24 équipement des locaux client (CPE, *customer premises equipment*):** équipement situé dans les locaux de l'utilisateur final; il PEUT s'agir d'équipements fournis par l'utilisateur final ou par le fournisseur de services.
- B.3.1.25 couche Liaison de données:** couche 2 dans l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI); couche qui permet aux services de transférer des données par la liaison entre systèmes ouverts.
- B.3.1.26 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 tout ou partie des données de programme de télévision d'une tête de réseau collective située dans la même zone métropolitaine ou régionale.
- B.3.1.27 DOCSIS:** terme générique pour un système ou appareil conforme à une des versions de la spécification de l'interface du service de données sur le câble, à savoir DOCSIS 1.0, DOCSIS 1.1, DOCSIS 2.0.
- B.3.1.28 DOCSIS 1.0:** système ou appareil conforme aux spécification de l'interface du service de données sur le câble suivantes [SCTE1], [SCTE2], [SCTE3], [DOCSIS4].

- B.3.1.29 DOCSIS 1.1:** système ou appareil conforme aux spécification de l'interface du service de données sur le câble suivantes [J.125], [SCTE4], [DOCSIS4] et Annexe B.
- B.3.1.30 DOCSIS 2.0:** système ou appareil conforme aux spécification de l'interface du service de données sur le câble suivantes [J.122], [J.125], [SCTE5], [DOCSIS4].
- B.3.1.31 aval; descendant:** dans le cadre de la télévision par câble, sens de transmission de la tête de réseau vers l'abonné.
- B.3.1.32 câble de branchement:** 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).
- B.3.1.33 protocole de configuration dynamique de serveur (DHCP, *dynamic host configuration protocol*):** protocole Internet utilisé pour attribuer des adresses (IP) de couche Réseau.
- B.3.1.34 gamme dynamique:** rapport entre la puissance de signal la plus élevée qui peut être transmise par un système de transmission analogique multicanal sans dépasser les limites de distorsion ou autres limites de performance, et la puissance de signal la plus faible qui peut être utilisée sans dépasser les limites de bruit, de taux d'erreur ou d'autres limites de performance.
- B.3.1.35 Electronic Industries Alliance (EIA):** association privée de constructeurs qui, entre autres activités, prépare et publie des normes.
- B.3.1.36 utilisateur final:** individu, organisation ou système de télécommunications qui accède au réseau afin de communiquer par le biais des services fournis par le réseau.
- B.3.1.37 notification de modification de configuration (ECN, *engineering change notice*):** étape finale de la procédure de modification des spécifications.
- B.3.1.38 ordre de modification de configuration (ECO, *engineering change order*):** deuxième étape de la procédure de modification des spécifications. DOCSIS affiche l'ordre ECO dans la table EC et dans la page ECO de son site électronique (avec indication de la date limite des observations sur l'ordre ECO). DOCSIS envoie une annonce d'ordre ECO aux membres des listes de distribution de courrier d'annonce DOCSIS et de groupe de travail (avec indication de la date limite des observations sur l'ordre ECO).
- B.3.1.39 demande de modification de configuration (ECR):** première étape de la procédure de modification des spécifications. DOCSIS émet un numéro de demande ECR et affiche sur son site électronique la table EC et la page ECR. DOCSIS envoie la demande ECR aux membres de la liste de distribution du groupe de travail compétent (et à son auteur).
- B.3.1.40 seconde erronée:** tout intervalle d'une seconde qui contient au moins une erreur binaire.
- B.3.1.41 dédoubleage (à retour) inférieur étendu; sous-division étendue; séparatif étendu:** schéma de répartition de fréquences qui admet du trafic bidirectionnel sur un même câble coaxial. Les signaux sur la voie retour arrivent à la tête de réseau de 5 à 42 MHz. Les signaux sur la voie d'aller partent de la tête de réseau entre 50 ou 54 MHz et la limite supérieure de fréquence.
- B.3.1.42 câbles d'alimentation:** câbles coaxiaux qui longent les rues d'une zone desservie et raccordent entre elles les prises individuelles auxquelles aboutissent les dérivations clientes.
- B.3.1.43 interface de données distribuées par fibre optique (FDDI, *fibre distributed data interface*):** norme de réseaux locaux à fibres optiques.
- B.3.1.44 nœud optique:** point d'interface entre une artère optique et la distribution par câble coaxial.
- B.3.1.45 voie d'aller:** sens du flux de signaux RF de la tête de réseau vers l'utilisateur final, équivalant au sens aval ou descendant.



- B.3.1.46 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.
- B.3.1.47 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. Cet intervalle devrait être au moins égal à la durée de 5 symboles plus l'erreur maximale de synchronisation du système.
- B.3.1.48 durée de garde:** ce terme est similaire à intervalle de garde, sauf qu'il est mesuré de la fin du dernier symbole d'une rafale au début du premier symbole du préambule de la rafale suivant immédiatement. Et donc la durée de garde est égale à l'intervalle de garde – 1.
- B.3.1.49 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.
- B.3.1.50 tête de réseau:** point central du réseau en câble, chargé d'injecter des signaux vidéo diffusés et autres dans le sens descendant. Voir également tête de réseau collective, pivot de distribution.
- B.3.1.51 en-tête:** informations de commande de protocole situées au début d'une unité de données protocolaire.
- B.3.1.52 haute fréquence (HF, *high frequency*):** dans l'Annexe B, 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.
- B.3.1.53 (dédoublage à) retour supérieur:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission dans les deux sens 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.
- B.3.1.54 (modulation due au) ronflement:** modulation indésirable de la porteuse visuelle de télévision par la fondamentale et par les harmoniques de rang bas de la fréquence de l'alimentation ou d'autres perturbations de basse fréquence.
- B.3.1.55 système hybride optique/coaxial (HFC, *hybrid fibre/coax system*):** système de transmission à support partagé dans les deux sens 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 client.
- B.3.1.56 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.
- B.3.1.57 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):** association privée qui, entre autres activités, parraine des comités de normalisation et qui est accréditée par l'ANSI.
- B.3.1.58 Commission électrotechnique internationale (CEI):** organisation internationale de normalisation.
- B.3.1.59 Organisation internationale de normalisation (ISO, *International Organization for Standardization*):** organisation internationale de normalisation, nommée en tant que telle.
- B.3.1.60 protocole Internet commande de message (ICMP, *Internet control message protocol*):** protocole de couche Réseau Internet.
- B.3.1.61 Groupe de travail d'ingénierie de l'Internet (IETF, *Internet engineering task force*):** organisme chargé, entre autres activités, de développer des normes utilisées sur Internet.

- B.3.1.62 protocole Internet de gestion de groupe (IGMP, *Internet group management protocol*):** protocole de couche Réseau servant à gérer des groupes multidiffusés dans l'Internet.
- B.3.1.63 bruit impulsif:** bruit caractérisé par des perturbations transitoires non superposées.
- B.3.1.64 élément d'information (IE, *information element*):** champs qui forment un message MAP et définissent les attributions individuelles, les attributions différées, etc.
- B.3.1.65 protocole Internet (IP, *Internet protocol*):** protocole de couche Réseau Internet.
- B.3.1.66 code d'usage d'intervalle (IUC, *interval usage code*):** champ des tableaux MAP et des descripteurs UCD permettant de lier des profils de rafale à des attributions.
- B.3.1.67 latence; temps de passage:** temps, exprimé en nombre de symboles, nécessaire à un élément de signal pour traverser un appareil.
- B.3.1.68 couche:** subdivision de l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI), constituée de sous-systèmes du même rang.
- B.3.1.69 réseau local (LAN, *local area network*):** réseau de données privé dans lequel la transmission série est utilisée pour la communication directe de données entre des stations de données situées dans les locaux de l'utilisateur.
- B.3.1.70 procédure de commande de liaison logique (LLC, *logical link control*):** partie du protocole, dans un réseau local (LAN) ou dans un réseau urbain (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.
- B.3.1.71 point d'accès au service de commande MAC (MSAP):** voir au § B.8.1.2.2.
- B.3.1.72 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.
- B.3.1.73 temps moyen de réparation (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.
- B.3.1.74 adresse de commande d'accès au support physique (MAC, *media access control*):** adresse d'un matériel intégré à un appareil raccordé à un support partagé.
- B.3.1.75 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 trames, la protection contre les erreurs et l'acquisition du droit d'utiliser le support de transmission sous-jacent.
- B.3.1.76 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).
- B.3.1.77 microréflexions:** échos dans la voie de transmission d'aller dus à des écarts par rapport aux caractéristiques d'amplitude et de phase idéales.
- B.3.1.78 dédoublement médian; division moyenne:** méthode de répartition en fréquence permettant la transmission dans les deux sens sur un même câble coaxial. Les signaux de la voie de

retour se propagent vers la tête de réseau à une fréquence se situant entre 5 et 108 MHz. Les signaux de 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 transition duplex se situe entre 108 et 162 MHz.

**B.3.1.79 mini-intervalle:** multiple entier d'incrément de 6,25  $\mu$ s. La relation entre mini-intervalles, octets et tops d'horloge est décrite au § B.9.3.4.

**B.3.1.80 groupe d'experts pour les images animées (MPEG, *moving picture experts group*):** association privée qui établit des normes en matière d'images animées comprimées numériques et de signaux audio associés.

**B.3.1.81 accès multipoint:** accès utilisateur dans lequel plusieurs équipements terminaux sont pris en charge par une même terminaison de réseau.

**B.3.1.82 connexion multipoint:** connexion entre plus de deux terminaisons de réseau de données.

**B.3.1.83 National Cable Television Association (NCTA):** association privée d'opérateurs de télévision par câble qui, entre autres activités, fournit des instructions en matière de mesures et d'objectifs pour les systèmes de télévision par câble aux Etats-Unis d'Amérique.

**B.3.1.84 National Television Systems Committee (NTSC):** comité qui a défini la norme de diffusion de télévision couleur analogique utilisée en Amérique du Nord.

**B.3.1.85 couche Réseau:** couche 3 dans l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI); couche qui permet aux services d'établir des canaux entre des systèmes ouverts.

**B.3.1.86 gestion de réseau:** fonctions associées à la gestion des ressources de la couche Liaison de données et de la couche Physique ainsi qu'à la gestion de leurs stations dans le réseau de données pris en charge par le système hybride fibre optique/câble coaxial.

**B.3.1.87 interconnexion des systèmes ouverts (OSI, *open systems interconnection*):** cadre des 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 des communications de bout en bout entre la source et la destination du message et les couches 3 à 1 traitent des fonctions de réseau.

**B.3.1.88 identifiant unique d'organisation (OUI, *organizationally unique identifier*):** identifiant de trois octets attribué par l'IEEE, qui peut être utilisé afin de produire des adresses MAC de réseau local et des identifiants de protocole universels selon la norme 802 de l'IEEE pour l'utilisation dans les applications de réseaux locaux et urbains.

**B.3.1.89 identifiant de paquet (PID, *packet identifier*):** valeur entière unique qui est utilisée pour identifier les flux élémentaires d'un programme dans un flux MPEG-2 à programme unique ou à programmes multiples.

**B.3.1.90 attribution partielle:** attribution inférieure à la largeur de bande correspondante qui a été demandée par le modem câble.

**B.3.1.91 suppression d'en-tête de charge utile (PHS, *payload header suppression*):** suppression de l'en-tête d'un paquet de charge utile (par exemple suppression de l'en-tête Ethernet dans les paquets transmis).

**B.3.1.92 indicateur de début d'unité de charge utile (PUSI, *payload unit start indicator*):** fanion contenu dans un en-tête MPEG, dont la valeur 1 indique la présence d'un champ de pointeur en tant que premier octet de la charge utile.

**B.3.1.93 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.

**B.3.1.94 sous-couche dépendant 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 des procédures électriques, mécaniques et de prise de contact.

**B.3.1.95 flux de service primaire:** tous les modems câble ont un flux de service primaire amont et un flux de service primaire aval, qui garantissent que le modem câble est toujours gérable et qui offrent un trajet par défaut aux paquets transmis qui ne sont classés dans aucun autre flux de service.

**B.3.1.96 informations spécifiques de programme (PSI, *programme-specific information*):** dans la norme MPEG-2, données normatives nécessaires au démultiplexage du flux de transport et à l'extraction correcte des programmes.

**B.3.1.97 flux de programme:** dans la norme MPEG-2, multiplex de paquets vidéo et audio numériques de longueur variable provenant d'une ou plusieurs sources de programme ayant une base de temps commune.

**B.3.1.98 protocole:** ensemble de règles et de formats qui déterminent le comportement de communication des entités de couche lorsqu'elles exécutent les fonctions de couche.

**B.3.1.99 flux de service configuré:** flux de service qui a été configuré dans le cadre du processus d'inscription mais qui n'a pas encore été activé ou admis. Un tel flux peut en effet nécessiter, avant d'être admis, un échange d'autorisation avec un module de politique ou un serveur externe de politique.

**B.3.1.100 ensemble des paramètres de QS:** ensemble des codages de flux de service qui décrivent les attributs de qualité de service d'un flux ou d'une classe de service (voir au § B.C.2.2.5).

**B.3.1.101 modulation d'amplitude (sur porteuses) en quadrature (QAM, *quadrature amplitude modulation*):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique impliquant un codage de phase et d'amplitude.

**B.3.1.102 modulation par déplacement de phase quadrivalente (QPSK, *quadrature phase-shift keying*):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique utilisant quatre états de phase pour coder deux bits numériques.

**B.3.1.103 radiofréquence (RF); fréquence radioélectrique:** dans le cadre des systèmes de télévision par câble, signaux électromagnétiques, normalement dans une gamme allant de 5 à 1000 MHz.

**B.3.1.104 demande de commentaire (RFC, *request for comments*):** document de politique technique établi par le groupe IETF et pouvant être consulté sur la Toile mondiale à l'adresse <http://www.rfc-editor.org/rfc-index.html>.

**B.3.1.105 facteur d'adaptation (en réflexion); affaiblissement d'adaptation:** paramètre décrivant l'affaiblissement d'un signal à onde guidée (par câble coaxial, par exemple) renvoyé à une source par un appareil ou par un support en raison de réflexions du signal produit par la source.

**B.3.1.106 voie de retour; amont:** sens du flux des signaux vers la tête de réseau, s'éloignant de l'abonné.

**B.3.1.107 protocole d'information de routage (RIP, *routing information protocol*):** protocole de l'IETF pour l'échange d'informations de routage sur les réseaux et sous-réseaux IP.

- B.3.1.108 point d'accès au service (SAP, *service access point*):** point auquel des services sont fournis par une couche, ou par une sous-couche, à la couche immédiatement supérieure.
- B.3.1.109 identifiant d'association de sécurité (SAID, *security association identifier*):** identifiant de sécurité assurant la confidentialité de base entre un système CMTS et un CM.
- B.3.1.110 classe de service:** ensemble d'attributs de mise en file d'attente et de programmation qui est nommé et configuré dans le système CMTS. Une classe de service est désignée par un nom de classe de service et possède un ensemble paramétrique de QS associé.
- B.3.1.111 nom de classe de service:** chaîne de caractères ASCII permettant de faire référence à une classe de service dans des fichiers de configuration de modem et dans des échanges de protocole.
- B.3.1.112 unité de données de service (SDU, *service data unit*):** Informations qui sont livrées comme une unité entre des points d'accès de service homologues.
- B.3.1.113 flux de service:** service de transport de couche MAC qui:
- assure le transport unidirectionnel de paquets de l'entité de service de couche supérieure à l'interface radioélectrique;
  - met en forme, régule et classe par priorités le trafic en fonction des paramètres de trafic de qualité de service qui ont été définis pour le flux.
- B.3.1.114 identifiant de flux de service (SFID, *service flow identifier*):** identifiant attribué à un flux de service par le système CMTS (32 bits).
- B.3.1.115 identifiant de service (SID, *service identifier*):** identifiant de flux de service attribué par le système CMTS (en plus de l'identifiant de flux de service) à un flux de service amont, actif ou admis (14 bits).
- B.3.1.116 référence de flux de service:** paramètre de message contenu dans des fichiers de configuration et dans des messages MAC de service dynamique. Ce paramètre sert à associer des classificateurs et d'autres objets contenus dans le message aux codages d'un flux de service demandé.
- B.3.1.117 protocole simple de gestion de réseau (SNMP, *simple network management protocol*):** protocole de gestion de réseau de l'IETF.
- B.3.1.118 système de gestion du spectre (SMS, *spectrum management system*):** système de gestion du spectre associé aux câbles RF, défini dans [SMS].
- B.3.1.119 sous-couche:** subdivision d'une couche dans le modèle de référence d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI).
- B.3.1.120 sous-réseau:** les sous-réseaux sont créés physiquement en raccordant des nœuds adjacents par des liaisons de transmission.
- B.3.1.121 protocole d'accès au sous-réseau (SNAP, *subnetwork access protocol*):** extension de l'en-tête LLC permettant d'utiliser des réseaux de type 802 comme des réseaux IP.
- B.3.1.122 abonné:** voir utilisateur final.
- B.3.1.123 dédoublement (à retour) inférieur; sous-division:** méthode de répartition des fréquences permettant la transmission dans les deux sens sur un même câble. 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). 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.
- B.3.1.124 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.

**B.3.1.125 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.

**B.3.1.126 marqueur temporel; top:** intervalle de 6,25 µs qui sert de référence pour la définition du mini-intervalle et des temps de transmission vers l'amont.

**B.3.1.127 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 des fréquences de fonctionnement en aval).

**B.3.1.128 temps de transit:** durée écoulée entre l'instant auquel le premier bit d'une unité PDU franchit une frontière désignée et l'instant auquel le dernier bit de la même unité PDU franchit une seconde frontière désignée.

**B.3.1.129 protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*):** protocole Internet de couche de transport qui assure, sans erreur, la bonne livraison de bout en bout de paquets de données.

**B.3.1.130 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.

**B.3.1.131 liaison de transmission:** unité physique d'un sous-réseau qui assure la connexion de transmission entre nœuds adjacents.

**B.3.1.132 support de transmission:** support matériel sur lequel des signaux d'informations peuvent être transmis, par exemple fibre optique, câble coaxial et paire torsadée.

**B.3.1.133 système de transmission:** interface et support de transmission par lesquels des entités de couche Physique homologues transfèrent des bits.

**B.3.1.134 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.

**B.3.1.135 flux de transport:** dans la norme MPEG-2, méthode de multiplexage en un seul flux de paquets issus d'un ou de plusieurs flux numériques vidéo et audio ayant une ou plusieurs bases de temps indépendantes.

**B.3.1.136 protocole simplifié de transfert de fichiers (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.

**B.3.1.137 câble de jonction:** câble par lequel des signaux sont acheminés de la tête de réseau vers un groupe d'abonnés. En fonction de la conception du système, ce câble peut être coaxial ou à fibre optique.

**B.3.1.138 type/longueur/valeur (TLV):** codage de trois champs dont le premier indique le type, le deuxième la longueur et le troisième la valeur d'un élément.

**B.3.1.139 amont; vers l'amont:** sens des locaux de l'abonné vers la tête de réseau.

**B.3.1.140 descripteur de canal amont (UCD, *upstream channel descriptor*):** message de gestion MAC servant à communiquer aux modems câble les caractéristiques de la couche Physique amont.

## **B.3.2 Abréviations**

La présente annexe utilise les abréviations suivantes:

ANSI	Institut national américain 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> )
BPDU	unité de données protocolaire de pont ( <i>bridge protocol data unit</i> )
CCM	modem câble sous le contrôle du CPE ( <i>CPE controlled cable modem</i> )
CEI	Comité électrotechnique international
CM	modem-câble ( <i>cable modem</i> )
CMCI	interface entre modem câble et équipement des locaux client ( <i>cable modem to CPE interface</i> )
CMTS	système de terminaison de modem câble ( <i>cable modem termination system</i> )
CMTS-NSI	interface côté réseau de système de terminaison de modem câble ( <i>cable modem termination system – network side interface</i> )
C/N ou CNR	rapport porteuse sur bruit ( <i>carrier-to-noise ratio</i> )
CPE	équipement des locaux client ( <i>customer premises equipment</i> )
CSO	battement composite du deuxième ordre ( <i>composite second order beat</i> )
CTB	battement composite du troisième ordre ( <i>composite triple beat</i> )
DHCP	protocole de configuration de serveur dynamique ( <i>dynamic host configuration protocol</i> )
ECN	remarque de modification d'ingénierie ( <i>engineering change notice</i> )
ECO	ordre de changement d'ingénierie ( <i>engineering change order</i> )
ECR	demande de changement d'ingénierie ( <i>engineering change request</i> )
EIA	association des industries électroniques ( <i>electronic industries alliance</i> )
FDDI	interface de données avec distribution par fibre optique ( <i>fibre distributed data interface</i> )
HF	haute fréquence
HFC	hybride optique/coaxial ( <i>hybrid-fibre/coax</i> )
HRC	porteuse en relation harmonique ( <i>harmonic related carrier</i> )
ICMP	protocole Internet commande de message ( <i>Internet control message protocol</i> )
IE	élément d'information ( <i>information element</i> )
IEEE	Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens ( <i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i> )
IETF	groupe de travail d'ingénierie Internet ( <i>Internet engineering task force</i> )
IGMP	protocole Internet de gestion de groupe ( <i>Internet group management protocol</i> )
IP	protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
IRC	système de porteuses en relation additive ( <i>incremental related carriers</i> )
ISO	Organisation Internationale de Normalisation ( <i>International Organization for Standardization</i> )
IUC	code d'utilisation d'intervalle ( <i>interval usage code</i> )
LAN	réseau local ( <i>local area network</i> )
LLC	procédure de commande de liaison logique ( <i>logical link control</i> )

MAC	commande d'accès au support physique ( <i>media access control</i> )
MAP	tableau d'allocation de bande passante ( <i>bandwidth allocation map</i> )
MPEG	groupe d'experts pour les images animées ( <i>moving picture experts group</i> )
MSAP	point d'accès au service de couche MAC ( <i>MAC service access point</i> )
MTTR	temps moyen de réparation ( <i>mean time to repair</i> )
NCTA	Association nationale de télévision par câble ( <i>National Cable Television Association</i> )
NTSC	Comité national des systèmes de télévision ( <i>National Television Systems Committee</i> )
OSI	interconnexion des systèmes ouverts ( <i>open systems interconnection</i> )
OUI	identifiant unique d'organisation ( <i>organizationally unique identifier</i> )
PHS	suppression d'en-tête de charge utile ( <i>payload header suppression</i> )
PHY	couche Physique
PID	identifiant de paquet ( <i>packet identifier</i> )
PMD	dépendant du support physique ( <i>physical media dependent</i> )
PSI	information spécifique du programme ( <i>programme-specific information</i> )
PUSI	indicateur de début d'unité de charge utile ( <i>payload unit start indication</i> )
QAM	modulation d'amplitude en quadrature ( <i>quadrature amplitude modulation</i> )
QPSK	modulation de phase en quadrature ( <i>quadrature phase-shift keying</i> )
RF	radiofréquence
RFC	demande de commentaire ( <i>request for comments</i> )
RIP	protocole d'informations de routage ( <i>routing information protocol</i> )
SAID	identifiant d'association de sécurité ( <i>security association identifier</i> )
SAP	point d'accès au service ( <i>service access point</i> )
SDU	unité de données de service ( <i>service data unit</i> )
SFID	identifiant de flux de service ( <i>service flow identifier</i> )
SID	identifiant de service ( <i>service identifier</i> )
SMS	système de gestion du spectre ( <i>spectrum management system</i> )
SNAP	protocole d'accès au sous-réseau ( <i>subnetwork access protocol</i> )
SNMP	protocole simple de gestion de réseau ( <i>simple network management protocol</i> )
TCP	protocole de commande de transmission ( <i>transmission control protocol</i> )
TFTP	protocole simplifié de transfert de fichiers ( <i>trivial file-transfer protocol</i> )
TLV	type-longueur-valeur
UCD	descripteur de canal amont ( <i>upstream channel descriptor</i> )

#### **B.4 Hypothèses fonctionnelles**

Le présent paragraphe décrit les hypothèses qui doivent être posées en matière de caractéristiques d'installations de télévision par câble aux fins de l'exploitation d'un système de transmission de données par câble. Il ne s'agit pas d'une description des paramètres du système CMTS ou du CM.



Le système de transmission de données par câble DOIT être interopérable dans l'environnement décrit dans le présent paragraphe.

Le présent paragraphe s'applique à la première option technologique mentionnée au § B.1.1. Pour la seconde option, voir l'Annexe B.N.

Chaque fois que, dans le présent paragraphe, une quelconque référence à des plans de fréquence ou à la compatibilité avec d'autres services est en contradiction avec une quelconque exigence juridique applicable à ce domaine d'exploitation, c'est cette dernière qui doit avoir priorité. Une référence à des signaux analogiques NTSC dans des canaux de 6 MHz n'implique pas que de tels signaux sont physiquement présents.

#### **B.4.1 Réseau d'accès large bande**

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

Un réseau en câble utilise une architecture arborescente à support partagé, avec transmission analogique. Les principales caractéristiques fonctionnelles prises en compte dans la présente Annexe B sont les suivantes:

- transmission dans les deux sens;
- 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;
- 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 ne dépasse normalement pas 25 km.

#### **B.4.2 Hypothèses relatives à l'équipement**

##### **B.4.2.1 Plan de fréquences**

Vers l'aval, le système en câble est supposé avoir une fréquence dont la limite inférieure est située entre 50 et 54 MHz et dont la limite supérieure dépend de l'implémentation mais est située généralement entre 300 à 864 MHz. Dans cette largeur de bande, l'on suppose qu'il existe des signaux de télévision analogiques NTSC en canaux de 6 MHz selon un plan de fréquences normalisé à porteuses HRC ou IRC selon la norme 542 de l'EIA [EIAS 542], ainsi que d'autres signaux numériques à bande étroite et à large bande.

En amont, le système en câble peut avoir une largeur de bande en sous-division (de 5 MHz à 30 MHz) ou en sous-division étendue (de 5 MHz à 40 MHz ou de 5 MHz à 42 MHz). Il peut y avoir des signaux de télévision analogiques NTSC en canaux de 6 MHz, ainsi que d'autres signaux.

##### **B.4.2.2 Compatibilité avec d'autres services**

Le modem câble et le système CMTS DOIVENT coexister avec d'autres services sur le réseau en câble. Plus particulièrement:

- a) ils DOIVENT interfonctionner de manière satisfaisante dans la gamme de câbles attribuée à l'interfonctionnement CMTS-CM, le reste de la gamme de câbles étant occupé par une quelconque combinaison de signaux de télévision et d'autres signaux;
- b) et ils ne DOIVENT PAS causer de brouillages préjudiciables à d'éventuels autres services attribués au réseau en câble dans un spectre extérieur à celui qui a été attribué au système CMTS.

Cette dernière prescription s'interprète comme suit:

- aucune dégradation mesurable (niveau de compatibilité le plus élevé);

- aucune dégradation en deçà du niveau de qualité perceptible pour tous les services (niveau de compatibilité normal ou moyen);
- ni aucune dégradation en deçà du niveau de qualité minimal accepté par l'industrie (par exemple le niveau FCC pour les services vidéo analogiques) ou par un autre fournisseur de services (niveau de compatibilité minimal).

#### **B.4.2.3 Influence de la localisation des dérangements sur 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 dérangements devraient tenir compte de l'influence défavorable que les dérangements et les procédures de localisation correspondantes peuvent avoir sur de nombreux usagers du service de transmission de données par câble et d'autres services.

Voir le paragraphe B.4.2.2 ci-dessus concernant l'interprétation de cette influence défavorable.

#### **B.4.2.4 Terminaux du système en câble**

Le CM DOIT satisfaire à, et DEVRAIT dépasser, toutes les règles nationales applicables aux terminaux du système en câble et aux équipements grand public à convertisseur intégré. Aucune de ces prescriptions nationales spécifiques ne peut être utilisée pour alléger l'une quelconque des spécifications contenues ailleurs dans l'Annexe B.

#### **B.4.3 Hypothèses relatives au canal radioélectrique**

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 l'Annexe B, DOIT pouvoir interfonctionner dans les réseaux en câble ayant les caractéristiques définies dans le présent paragraphe, de façon que la correction d'erreur directe assure un fonctionnement équivalent dans un système en câble possédant comme ne possédant pas les caractéristiques de dégradation de canal décrites ci-dessous.

##### **B.4.3.1 Transmission vers l'aval**

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau en câble dans le sens aval sont décrites dans le Tableau B.4-1. Ces valeurs impliquent un signal numérique dont la puissance totale moyenne est émise, sauf indication contraire, au niveau des porteuses dans un canal d'une largeur de 6 MHz. Dans le cas des niveaux de dégradation, les valeurs du Tableau B.4-1 impliquent une puissance moyenne dans une largeur de bande où les niveaux de dégradation de manière normalisée pour le système de télévision par câble. Dans le cas des niveaux de signaux analogiques, les valeurs du Tableau B.4-1 impliquent une puissance crête d'enveloppe dans un canal d'une largeur de 6 MHz. Toutes les conditions sont présentes simultanément. Aucune combinaison des paramètres suivants ne dépassera de limite indiquée pour une interface définie ailleurs dans l'Annexe B.

**Tableau B.4-1/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en aval (voir Note 1)**

<b>Paramètre</b>	<b>Valeur</b>
Gamme de fréquences	La gamme d'exploitation normale d'un système en câble dans le sens aval 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 $\geq 88$ MHz
Espacement des canaux RF (largeur de bande de référence)	6 MHz

**Tableau B.4-1/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en aval (voir Note 1)**

Paramètre	Valeur
Temps de transit de la tête de réseau à l'abonné le plus éloigné	≤ 0,800 ms (généralement beaucoup moins)
Rapport porteuse sur bruit dans une bande passante de 6 MHz	≥ 35 dB (Notes 2 et 3)
Rapport porteuse sur distorsion composite par battement du troisième ordre	≥ 41 dB (Notes 2 et 3)
Rapport porteuse sur distorsion composite du deuxième ordre	≥ 41 dB (Notes 2 et 3)
Rapport porteuse sur transmodulation	≥ 41 dB (Notes 2 et 3)
Rapport porteuse sur tout autre brouillage discret (entrée)	≥ 41 dB (Notes 2 et 3)
Ondulation d'amplitude	3 dB dans la largeur de bande de référence (Note 2)
Ondulation du temps de propagation de groupe dans le spectre occupé par le système CMTS	75 ns dans la largeur de bande de référence (Note 2)
Micro réflexions associées à l'écho dominant	-20 dBc @ ≤ 1,5 µs, -30 dBc @ > 1,5 µs -10 dBc @ ≤ 0,5 µs, -15 dBc @ ≤ 1,0 µs (Note 2)
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	≤ -26 dBc (5%) (Note 2)
Rafales de bruit	≤ 25 µs à la fréquence moyenne de 10 Hz (Note 2)
Niveau maximal de porteuse vidéo analogique à l'entrée du CM, y compris les variations de niveau de signal mentionnées ci-dessus	17 dBmV
Nombre maximal de porteuses analogiques	121
NOTE 1 – La transmission se fait du combineur de tête de réseau à l'entrée du modem CM dans les locaux client.	
NOTE 2 – Méthodes de mesure définies dans [NCTA] ou [CableLabs2].	
NOTE 3 – Valeur mesurée par rapport à un signal QAM égal au niveau vidéo nominal dans l'installation.	

#### **B.4.3.2 Transmission vers l'amont**

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau en câble dans le sens amont, nécessaires à la capacité de fonctionnement minimale, sont décrites dans le Tableau B.4-2. Toutes les conditions sont présentes simultanément. Aucune combinaison des paramètres suivants ne dépassera de limite indiquée pour une interface définie ailleurs dans l'Annexe B.

**Tableau B.4-2/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en amont (voir Note 1)**

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)

**Tableau B.4-2/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en amont (voir Note 1)**

Paramètre	Valeur
Rapport porteuse sur brouillage plus entrée (somme de bruit + distorsion + distorsion de trajet commun + transmodulation et somme des signaux d'entrée discrets et à large bande, bruit impulsif exclu)	$\geq 25$ dB (Note 2)
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	$\leq -23$ dBc (7,0%)
Rafales de bruit	$\leq 10$ $\mu$ s à une fréquence moyenne de 1 kHz dans la plupart des cas (Notes 3 et 4)
Ondulation d'amplitude entre 5 et 42 MHz	0,5 dB/MHz
Ondulation du temps de propagation de groupe entre 5 et 42 MHz	200 ns/MHz
Micro réflexions – écho simple	-10 dBc @ $\leq 0,5$ $\mu$ s -20 dBc @ $\leq 1,0$ $\mu$ s -30 dBc @ $> 1,0$ $\mu$ s
Variations saisonnières et diurnes du niveau de signal (gain ou affaiblissement)	$\leq 14$ dB entre minimum et maximum
NOTE 1 – La transmission se fait de la sortie du modem CM dans les locaux client à la tête de réseau.	
NOTE 2 – Des techniques de tolérance ou d'évitement d'entrée peuvent être utilisées afin d'assurer le fonctionnement en présence de signaux d'entrée discrets variant en fonction du temps et pouvant atteindre un niveau aussi élevé que 10 dBc. Les rapports ne sont garantis qu'à l'intérieur des canaux des porteuses numériques.	
NOTE 3 – Ces caractéristiques d'amplitude et de fréquence sont suffisantes pour masquer partiellement ou entièrement la porteuse de données.	
NOTE 4 – Les niveaux de bruit impulsif sont plus marqués aux fréquences les plus basses (< 15 MHz).	

#### **B.4.3.2.1 Disponibilité**

Un réseau en câble offre une disponibilité nettement supérieure à 99%.

#### **B.4.4 Niveaux de transmission**

Le niveau recherché de puissance nominale du signal ou des signaux du système CMTS en aval 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 nominale du signal ou des signaux CM en amont est aussi bas que possible afin d'assurer la marge prescrite au-dessus du bruit et des brouillages. Une montée en puissance uniforme par unité de largeur de bande est communément appliquée par réglage des niveaux de signaux en amont, avec des niveaux spécifiques établis par l'opérateur de réseau en câble afin d'obtenir les rapports porteuse sur bruit et porteuse sur brouillage prescrits.

#### **B.4.5 Inversion de fréquences**

Il n'y a aucune inversion de fréquences dans les canaux de transmission, ni en aval ni en amont, c'est-à-dire qu'une modification positive de la fréquence à l'entrée du réseau en câble a pour résultat une modification positive de la fréquence à la sortie.

## B.5 Protocoles de communication

Le présent paragraphe donne un aperçu général des protocoles de communication qui doivent être utilisés dans le système de transmission de données par câble. Des spécifications particulières sur les sous-couches dépendantes du support physique, de transmission en aval et de contrôle d'accès au support sont respectivement fournies aux paragraphes B.6, B.7 et B.8.

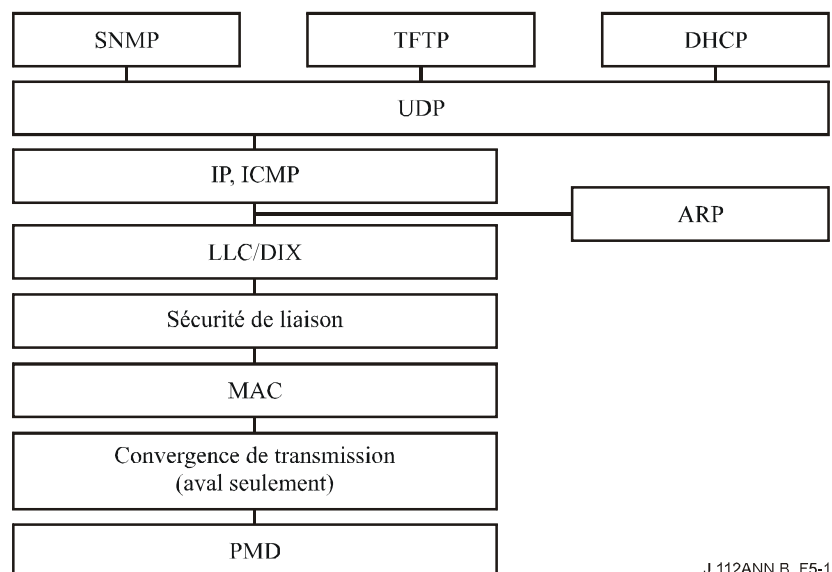
### B.5.1 Pile de protocoles

CM et CMTS jouent le rôle d'agent de retransmission et également de systèmes de terminaison (serveurs). Les piles de protocoles utilisées dans ces modes diffèrent comme indiqué ci-dessous.

La fonction principale du système modem câble est de transmettre des paquets de protocoles Internet (IP, *Internet protocol*) de manière transparente entre la tête de réseau et les locaux d'abonné. Certaines fonctions de gestion sont également acheminées par les IP, de sorte que la pile de protocoles sur le réseau en câble est comme indiqué à la Figure B.5-1 (cela 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 la téléchargement de logiciels.

#### B.5.1.1 CM et CMTS en tant que serveurs

CM et CMTS fonctionnent en tant qu'hôtes IP et LLC selon les termes de la référence [IEEE 802] en matière de communication par réseau en câble. La pile de protocoles au niveau des interfaces radioélectriques avec les CM et CMTS est illustrée à la Figure B.5-1.



J.112ANN.B\_F5-1

Figure B.5-1/J.112 – Pile de protocoles à l'interface radioélectrique

CM et CMTS DOIVENT fonctionner en tant que serveurs IP. En tant que tels, CM et CMTS DOIVENT prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trames DIX en couche Liaison de données ("verrouillage de trames DIX en couche Liaison de données" se réfère à "l'interprétation de type" du champ Longueur/Type dans [ISO/CEI 8802-3])). Le système CMTS NE DOIT PAS émettre de trames plus courtes que la longueur DIX minimale de 64 octets dans un canal aval<sup>1</sup>. Cependant, le CM PEUT émettre des trames de longueur inférieure au minimum DIX de 64 octets dans un canal amont.

<sup>1</sup> Cette règle n'est pas applicable à la suite d'une suppression d'en-tête de charge utile. Voir au § B.10.4.

Le CM et le CMTS PEUVENT également prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trames SNAP [RFC 1042].

Le CM et le CMTS DOIVENT également fonctionner en tant qu'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.5.1.2 Retransmission de données par CM et CMTS

#### B.5.1.2.1 Généralités

La retransmission de données par le CMTS PEUT être une transition transparente<sup>2</sup>, ou PEUT utiliser une retransmission de couche Réseau (routage, commutation IP) telle qu'illustrée à la Figure B.5-2.

La retransmission de données par le CM est une transition transparente de couche Liaison comme indiqué à la Figure B.5-2. Les règles de retransmission sont similaires à celles de [ISO/CEI 10038] avec les modifications décrites aux § B.5.1.2.2 et B.5.1.2.3. Cela permet la prise en charge de couches Réseau multiples.

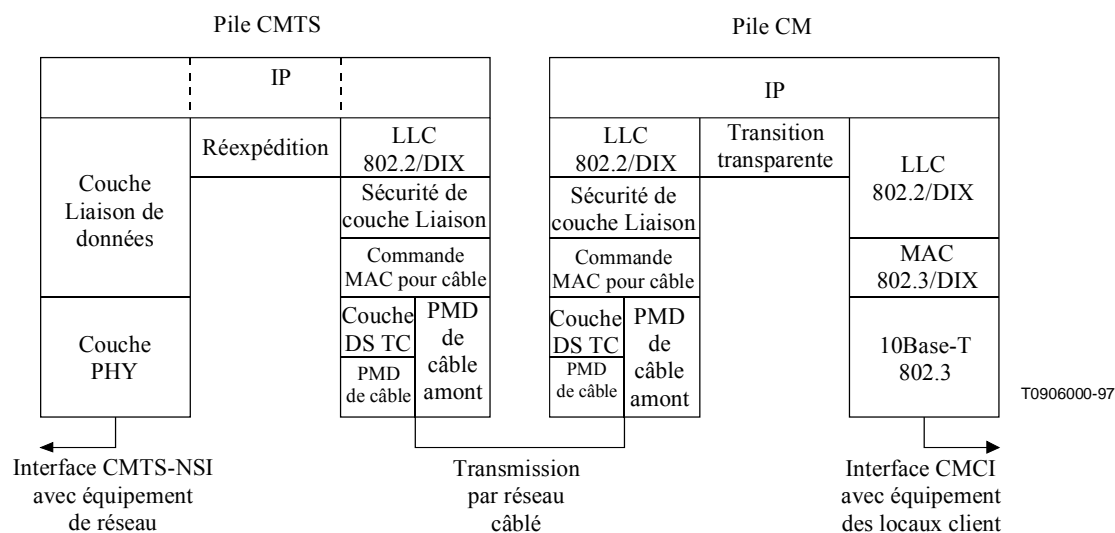


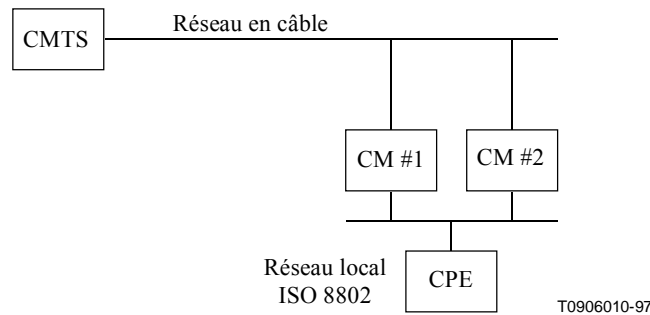
Figure B.5-2/J.112 – Retransmission de données par CM et CMTS

La retransmission du trafic IP DOIT être prise 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 d'interconnexion arborescente IEEE 802.1D défini dans [ISO/CEI 10038] avec les modifications décrites dans l'Annexe B.I est facultative pour les CM destinés à l'usage privé. Les CM destinés à un usage commercial DOIVENT prendre en charge cette version de l'interconnexion arborescente. Les CM et les CMTS DOIVENT avoir la capacité de filtrer (et d'ignorer) les unités BPDU IEEE 802.1D.

L'Annexe B 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.5-3.

<sup>2</sup> Exception: si des unités PDU en paquets de moins de 64 octets doivent être retransmises à partir de l'interface RFI amont, un CMTS DOIT compléter par bourrage ces PDU de paquets et recalculer le CRC.



**Figure B.5-3/J.112 – Exemple de configuration de boucles de réseau**

Bien qu'il existe dans la présente annexe des dispositions pour que les trames à passer d'une entité de couche supérieure soient transmises par le modem câble, ces trames DOIVENT à être traitées de façon identique à celles arrivant à l'accès CPE. En particulier, toutes les règles de transmission définies au § B.5.1.2.3 DOIVENT être appliquées à ces trames.

#### **B.5.1.2.2 Règles de retransmission par CMTS**

Si la retransmission de couche Liaison est utilisée au niveau du CMTS, cette opération DOIT être conforme aux lignes directrices générales IEEE 802.1D:

- les trames de couche Liaison NE DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (celles qui ne peuvent être acheminées au bon moment) DOIVENT être ignorées;
- les trames de couche Liaison pour un flux de service donné (voir au § B.8.1.2.3) DOIVENT être acheminées dans l'ordre de leur réception.

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

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

En principe, le CMTS retransmet des paquets de données à deux interfaces abstraites: entre l'interface CMTS-RFI et l'interface CMTS-NSI, et entre les canaux amont et aval. Le CMTS PEUT utiliser une combinaison de la sémantique de couche Liaison (transition) et de couche Réseau (routage) à chacune de ces interfaces. Il n'est pas nécessaire d'utiliser la même méthode aux deux interfaces.

La retransmission entre les canaux amont et aval au sein d'une couche MAC est différente de la retransmission dans un réseau local traditionnel du fait:

- qu'un canal unique est simplex et ne peut être considéré comme une interface complète pour la majorité des protocoles (par exemple, interconnexion arborescente IEEE 802.1D, protocole d'informations de routage selon [RFC 1058]);
- que les canaux amont sont principalement point à point, alors que les canaux aval sont en support partagé;
- que, 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 au § B.5.2).

### **B.5.1.2.3 Règles de retransmission par CM**

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

#### **B.5.1.2.3.1 Acquisition d'adresses MAC d'équipement CPE**

- Le CM DOIT acquérir les adresses MAC Ethernet des équipements CPE connectés, par le procédé de mise à disposition (*dit aussi approvisionnement*) ou par apprentissage, jusqu'à ce que le CM ait acquis son nombre maximal d'adresses MAC d'équipement CPE (cette valeur varie en fonction des appareils). Une fois que le CM a acquis son nombre maximal d'adresses MAC d'équipement CPE, les adresses MAC d'équipement CPE récemment découvertes ne DOIVENT PAS remplacer les adresses déjà acquises. Le CM doit assurer l'acquisition d'au moins une adresse MAC d'équipement CPE.
- Le CM DOIT permettre la configuration des adresses CPE pendant le procédé de mise à disposition (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 à disposition du CM DOIVENT être prioritaires par rapport aux adresses acquises.
- Il ne DOIT PAS exister de préemption des adresses de CPE.
- Afin de permettre la modification d'adresses MAC d'utilisateur ou le déplacement du CM, les adresses ne sont pas conservées en mémoire rémanente. Lors d'une réinitialisation de CM (par exemple un cycle d'alimentation), toutes les adresses mises en service et acquises DOIVENT être ignorées.

#### **B.5.1.2.3.2 Retransmission**

La retransmission dans les deux sens par le modem câble DOIT être conforme aux lignes directrices IEEE 802.1Q générales suivantes:

- les trames de couche Liaison ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (qui ne peuvent pas être livrées à temps) DOIVENT être ignorées;
- les trames de couche Liaison DOIVENT être livrées dans l'ordre dans lequel elles sont reçues sur un flux de service donné (voir au § B.8.1.2.13). Dans la direction amont, le modem câble peut effectuer une ou plusieurs fonctions de traitement de trame/paquet sur les trames reçues de l'interface CMCI avant de les classer dans un flux de service. Dans la direction aval, le modem câble peut effectuer une ou plusieurs fonctions de traitement de trame/paquet sur les trames reçues du HFC avant de les transmettre sur la CMCI. Parmi les exemples de fonctions de traitement on trouvera le filtrage de protocole DOCSIS tel que spécifié au § 4.3 de [SCTE4], le service de filtrage fondé sur la politique tel que décrit au § B.10.1.6.1 et à l'Annexe B.E et la mise en file d'attente fondée sur une politique pour la prise en charge de services 802.1P/Q.

Les retransmissions d'un réseau en câble vers une CMCI DOIVENT suivre les règles spécifiques suivantes:

- des trames adressées à des destinations inconnues ne DOIVENT PAS être renvoyées de l'accès câble aux accès du CPE;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées aux accès du CPE, à moins qu'elles ne proviennent d'adresses de source qui sont fournies ou acquises en tant qu'équipements CPE pris en charge, auquel cas elles ne DOIVENT PAS être retransmises;
- la retransmission des trames de multidiffusion est régie par des paramètres réglés par voie administrative pour le service de filtrage de politique et par un algorithme spécifique de suivi de multidiffusion (voir au § B.5.3.1). Les trames de multidiffusion NE DOIVENT PAS être retransmises si ces deux mécanismes ne se trouvent pas dans un état permissif.



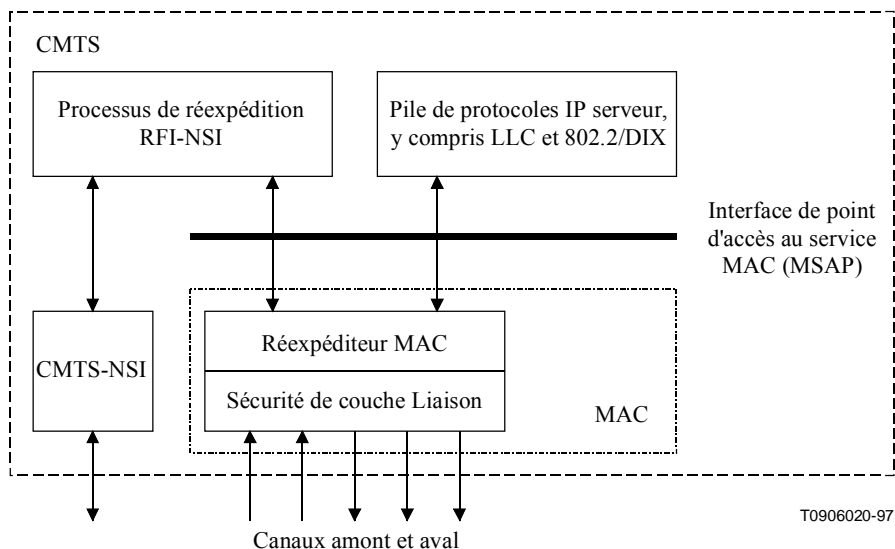
La retransmission d'une CMCI vers un réseau en câble DOIT suivre les règles spécifiques suivantes:

- les trames adressées à des destinations inconnues DOIVENT être retransmises de tous les accès de CPE à l'accès câble;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées à l'accès câble;
- les trames de multidiffusion DOIVENT être retransmises à l'accès câble conformément aux réglages de configuration de filtrage spécifiés par les systèmes d'appui pour l'exploitation et le commerce du câblo-opérateur;
- les trames en provenance d'adresses de source autres que provisionnées ou acquises comme étant des adresses d'équipements CPE pris en charge ne DOIVENT PAS être retransmises;
- les autres adresses de source d'équipement CPE (non prises en charge) DOIVENT être acquises par tous les accès de CPE et ces informations doivent être utilisées afin de filtrer les transmissions locales comme dans un pont intelligent traditionnel;
- les trames adressées à des destinations qui sont acquises à partir de tous les accès de CPE DOIVENT être filtrées comme du trafic local.

### B.5.2 Le groupeur de commande MAC

Le groupeur de commande MAC est une sous-couche de commande MAC qui est située dans le CMTS, juste au-dessous de l'interface de point d'accès au service MAC (MSAP, *MAC service access point*), comme indiqué à la Figure B.5-4. Il est chargé d'acheminer des trames amont vers:

- un ou plusieurs canaux aval;
- l'interface MSAP



**Figure B.5-4/J.112 – Groupeur MAC**

Dans la Figure B.5-4, la sous-couche LLC et les sous-couches de sécurité de couche Liaison des canaux amont et aval du réseau en câble aboutissent au groupeur MAC.

L'utilisateur de l'interface MSAP PEUT être le processus de retransmission NSI-RFI ou la pile de protocoles serveurs du CMTS.

L'acheminement de trame peut être fondé sur une sémantique de couche Liaison de données (transition), sur une sémantique de couche Réseau (routage) ou sur 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 serveurs rattachés à des modems câble. Il doit le faire de manière à satisfaire les besoins des équipements de client rattachés à Ethernet. Par exemple, le CMTS doit soit 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 tous les canaux amont et aval soient groupés 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 un seul canal amont et un seul canal aval.

### **B.5.2.1 Exemples de règles pour la retransmission par couche Liaison de données**

Si le groupeur MAC est implémenté en utilisant uniquement la sémantique de couche Liaison de données, les prescriptions du présent 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 de chaque vendeur et PEUVENT inclure:

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

Si l'adresse de destination d'une trame est en envoi individuel et si cette adresse est associée à un canal aval particulier, cette trame DOIT être retransmise sur ce canal<sup>3</sup>.

Si l'adresse de destination d'une trame est en envoi individuel et s'il est connu que l'adresse se trouve de l'autre côté (supérieur) de l'interface MSAP, cette trame DOIT être livrée à l'interface MSAP.

Si l'adresse de destination est diffusée, multidiffusée<sup>4</sup> ou inconnue, la trame DOIT être acheminée vers le MSAP et vers tous les canaux aval (avec l'exception des règles de retransmission multidiffusée du § B.5.3.1.2).

Les règles de livraison sont similaires aux règles de transition transparente:

- les trames ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames qui ne peuvent être livrées à temps DOIVENT être éliminées;
- la séquence de vérification de trame DEVRAIT être préservée plutôt que régénérée;
- les trames d'un flux de service donné (voir au § B.8.1.2.3) DOIVENT être livrées dans l'ordre de leur réception.

### **B.5.3 Couche Réseau**

Comme indiqué ci-dessus, l'objet du système de transmission de données par câble est le transport transparent du trafic IP à travers le système.

Le protocole de couche Réseau est le protocole Internet (IP) version 4, tel que défini dans la [RFC 791], et sa migration prévue vers IP version 6.

L'Annexe B n'impose aucune prescription en matière de réassemblage de paquets IP.

---

<sup>3</sup> Les fournisseurs PEUVENT implémenter des extensions similaires aux adresses statiques des pontages IEEE 802.1D/ISO/CEI 10038, qui permettent de filtrer ou de traiter d'une autre façon de telles trames.

<sup>4</sup> Toutes les multidiffusions, y compris les unités BPDU de pont d'interconnexion arborescente IEEE 802.1D/ISO/CEI 10038, DOIVENT être retransmises.

### B.5.3.1 Exigences de gestion du protocole IGMP

Il y a deux modes de base de capacités d'IGMP qui sont applicables à un appareil DOCSIS 1.1 (CMTS et modem câble). Le premier mode est un fonctionnement *passif* dans lequel l'appareil transmet IGMP de façon sélective sur la base de l'état connu de l'activité de session multidiffusion du côté de l'abonné (un exemple de cela est décrit à l'Annexe B.L). En mode *passif*, l'appareil déduit ses temporisateurs IGMP sur la base des règles spécifiées au § B.5.3.1.1 de la RFU. Le second mode est un fonctionnement *actif* dans lequel l'appareil termine et initialise IGMP sur la base de l'état connu de l'activité de session multidiffusion du côté de l'abonné. Un exemple de ce dernier mode actif est habituellement désigné sous le nom de côté mise en œuvre de mandataire IGMP (comme décrit dans [ID-IGMP]). Un exemple plus complet d'appareil IGMP actif est celui d'un routeur multidiffusion.

Les appareils IGMP actifs et passifs DOIVENT prendre en charge IGMPv2 [FC 2236].

#### B.5.3.1.1 Exigences pour le temporisateur IGMP

Les exigences suivantes pour le temporisateur IGMP ne s'appliquent que quand l'appareil (CMTS/CM) fonctionne en mode IGMP passif:

- l'appareil NE DOIT PAS exiger de configuration spécifique pour les valeurs du temporisateur multidiffusion associé et DOIT être capable d'adhérer aux temporisateurs spécifiés dans ce paragraphe;
- l'appareil PEUT fournir un contrôle de configuration qui prend le pas sur les valeurs par défaut de ces temporisateurs;
- l'appareil DOIT déduire l'intervalle de recherche d'appartenance de la surveillance des durées inter-arrivées des messages de recherche d'appartenance. Formellement: Si  $n < 2$ ,  $MQI = 125$ , autrement  $MQI = \text{MAX}(125, MQ_n - MQ_{n-1})$ , où  $MQI$  est l'intervalle de recherche d'appartenance en secondes,  $n$  est le nombre d'interrogations d'appartenance vues, et  $MQ_n$  est le moment où la  $n^{\text{ème}}$  recherche d'appartenance a été vue à la seconde la plus proche;
- l'intervalle de réponse d'interrogation est porté dans le paquet de recherche d'appartenance. L'intervalle de réponse d'interrogation DOIT être supposé de 10 secondes, s'il n'est pas réglé différemment (ou réglé à 0) dans le paquet de recherche d'appartenance.

#### B.5.3.1.2 Règles applicables aux systèmes CMTS

- Si la retransmission des paquets de multidiffusion dans la couche Liaison est utilisée, le système CMTS DOIT transmettre toutes les recherches d'appartenance dans tous les canaux aval au moyen du groupe multidiffusé 802.3 approprié (par exemple 01:00:5E:xx:xx:xx, où xx:xx:xx sont les 23 bits de plus faible poids de l'adresse multidiffusée, exprimés en notation hexadécimale). Voir [IMA].
- Le système CMTS DOIT transmettre vers toutes ses interfaces RF aval le premier exemplaire des comptes rendus d'appartenance sollicités et non sollicités, reçus à son interface RF amont pour tout groupe donné. Si cependant les appartenances sont gérées sur une base d'interface RF aval, les comptes rendus d'appartenance et les messages "LEAVE" du protocole IGMP v2 ne PEUVENT être transmis que par l'interface aval à laquelle est connecté le CM de l'équipement CPE émettant le compte rendu.
- Le système CMTS DEVRAIT supprimer la transmission de comptes rendus d'appartenance additionnels (pour un groupe quelconque) pendant au moins l'intervalle de réponse à une interrogation. Si le CMTS utilise la retransmission dans la couche Liaison de données, il DOIT également retransmettre le compte rendu d'appartenance vers toutes les interfaces du côté réseau.

- Le système CMTS DEVRAIT supprimer la transmission aval du trafic destiné à un groupe multidiffusé IP quelconque qui ne possède pas d'abonnés à cette interface radioélectrique aval (sous réserve d'éventuelles commandes administratives).
- Si le système CMTS effectue la transmission en couche Réseau de paquets multidiffusés, il DOIT prendre en charge le mode IGMP actif.
- Si la transmission des paquets de multidiffusion dans la couche Liaison est utilisée, le système CMTS DEVRAIT prendre en charge le mode IGMP passif et PEUT prendre en charge le mode IGMP actif.

### **B.5.3.1.3 Règles applicables aux modems câble**

Le CM DOIT prendre en charge le protocole IGMP avec les règles propres aux réseaux en câble spécifiées dans ce paragraphe.

Le modem câble DOIT implémenter le mode IGMP passif. De plus, le modem câble PEUT implémenter le mode IGMP actif. Si le modem câble implémente le mode IGMP actif, il DOIT prendre en charge une capacité de passer d'un mode à l'autre.

### **Exigences pour la transmission en diffusion groupée**

Les exigences suivantes s'appliquent au fonctionnement d'IGMP en mode passif et actif:

- le CM NE DOIT PAS transmettre vers son interface RF de recherches d'appartenance issues de son interface CPE;
- le CM NE DOIT PAS transmettre vers son interface CPE de comptes rendus d'appartenance ni de messages "Leave" du protocole IGMP v2 reçus sur son interface de CPE;
- le CM NE DOIT PAS transmettre vers son interface CPE de trafic en diffusion groupée issu de son interface RF, à moins qu'un dispositif de son interface CPE ne soit membre de ce groupe de multidiffusion IP;
- le CM DOIT transmettre vers son interface RF le trafic multidiffusé issu de son interface CPE, sauf interdiction administrative (par configuration ou par d'autres mécanismes);
- à la suite de la réception d'un rapport d'appartenance sur son interface de CPE, le modem câble DOIT commencer à retransmettre du trafic pour le groupe de multidiffusion IP approprié. Le modem câble DOIT cesser de retransmettre du trafic en multidiffusion depuis l'interface radiofréquences vers le côté du CPE chaque fois que le modem câble n'a pas reçu de rapport d'appartenance de la part du côté du CPE pendant plus d'un intervalle d'appartenance, qui est  $(2 \times MQI) + QRI$ , où MQI est l'intervalle de recherche d'appartenance et QRI est l'intervalle de réponse d'interrogation;
- le modem câble PEUT cesser de retransmettre du trafic de l'interface RF vers le côté du CPE pour un groupe de multidiffusion particulier avant l'expiration de l'intervalle d'appartenance (voir ci-dessus) si il peut déterminer (par exemple, via un message IGMP "LEAVE" et l'échange de protocole approprié) qu'il n'y a pas d'appareil de CPE abonné dans ce groupe particulier.

Les exigences suivantes ne s'appliquent que lorsque le modem câble fonctionne en mode IGMP passif:

- le CM DOIT transmettre vers son interface CPE le trafic issu de son interface RF à destination du groupe en multidiffusion TOUS HÔTES, sauf interdiction administrative. L'équipement CPE DOIT être considéré comme membre de ce groupe. En particulier, le modem câble DOIT retransmettre les interrogations du groupe TOUS HÔTES qui passent les filtres d'autorisation sur son interface RF vers son interface de CPE;

- à réception d'un rapport d'appartenance sur son interface de CPE, le modem câble DOIT lancer un temporisateur aléatoire entre 0 et 3 secondes. Durant cette période, le modem câble DOIT éliminer tout rapport d'appartenance supplémentaire reçu pour le groupe en multidiffusion associé. Si le modem câble reçoit un rapport d'appartenance sur son interface HFC pour le groupe en multidiffusion associé, le modem câble DOIT éliminer le rapport d'appartenance reçu à son interface de CPE. Si le temporisateur aléatoire arrive à expiration sans réception d'un rapport d'appartenance sur l'interface HFC du modem câble, celui-ci DOIT transmettre le rapport d'appartenance reçu à son interface de CPE.

Les exigences suivantes ne s'appliquent que lorsque le modem câble fonctionne en mode IGMP actif:

- le modem câble DOIT implémenter la partie hôte du protocole IGMP v2 [RFC 2236] sur son interface RF pour les CPE qui ont des groupes actifs et NE DOIT PAS agir comme interrogateur sur son interface RF;
- le modem câble DOIT agir comme interrogateur IGMP v2 sur son interface de CPE;
- si le modem câble a reçu un rapport d'appartenance sur son interface RF aval pour des groupes actifs sur l'interface de CPE du modem câble dans l'intervalle de réponse d'interrogation, il DOIT supprimer la transmission de tels rapports d'appartenance sur son interface RF vers l'amont;
- le modem câble DOIT supprimer tous les rapports d'appartenance suivants pour ce groupe jusqu'au moment où le modem câble reçoit une recherche d'appartenance (général ou spécifique de ce groupe) sur son interface RF ou qu'un message IGMP v2 Leave est reçu pour ce groupe de l'interface de CPE;
- le modem câble DOIT traiter les comptes rendus d'appartenance non sollicités (messages "JOIN" du protocole IGMP) issus de l'interface CPE comme une réponse à une recherche d'appartenance reçues à son interface RF. Dès réception de ce message JOIN en provenance de son interface CPE, le CM DOIT lancer un temporisateur aléatoire conformément au diagramme des états du serveur qui est spécifié dans [RFC 2236] et il doit utiliser un intervalle de réponse d'interrogation de 3 s. Comme cela est spécifié ci-dessus, si le modem câble reçoit un compte rendu d'appartenance à son interface RF pour ce groupe au cours de cette période aléatoire, il DOIT supprimer la transmission de ce message JOIN à son interface RF amont.

NOTE – Rien, dans le présent paragraphe, n'interdirait au modem câble d'être spécifiquement configuré, au titre d'une politique de réseau, pour ne pas transmettre certains trafics en diffusion groupée.

#### **B.5.4 Au-dessus de la couche Réseau**

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

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 simple de gestion de réseau, [RFC 1157]) DOIT être pris en charge pour la gestion de réseau.
- TFTP (protocole simplifié de transfert de fichiers, [RFC 1350]) DOIT être pris en charge pour le téléchargement de logiciels de fonctionnement et d'informations de configuration, tel que modifié par les options TFTP d'intervalle de temporisation et de volume de transfert [RFC 2349].
- DHCP (protocole de configuration de serveur dynamique, DHCP [RFC 2131]), DOIT être pris en charge en tant que cadre permettant de communiquer des informations de configuration à des serveurs sur un réseau TCP/IP.

- le protocole de marquage temporel [RFC 868] DOIT être pris en charge afin d'obtenir la date et l'heure.

Les messages client DHCP, TFTP et ToD générés par le modem câble DOIVENT être envoyés seulement via l'interface RF. Les messages client DHCP, TFTP et ToD incluent DHCPDISCOVER, DHCPREQUEST, DHCPDECLINE, DHCPRELEASE, DHCPINFORM, TFTP-RRQ, TFTP-ACK et ToD.

Le client DHCP, TFTP et ToD du modem câble DOIT ignorer les messages de serveur DHCP, TFTP et ToD reçus sur l'accès d'interface CMCI. Les messages de serveur DHCP, TFTP et ToD incluent: DHCPPOFFER, DHCPACK, DHCPNAK, TFTP-DATA et le message horaire ToD.

### **B.5.5 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 [UIT-T J.125]. En partant du haut, ces sous-couches sont les suivantes:

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

#### **B.5.5.1 Sous-couche de commande LLC**

La sous-couche LLC DOIT être fournie conformément à [ISO/CEI 10038]. La résolution d'adresse DOIT être utilisée de la manière définie dans [RFC 826]. La définition du service MAC à LLC est spécifiée dans [ISO/CEI 10039].

#### **B.5.5.2 Sous-couche de sécurité de couche Liaison**

La sécurité de couche Liaison DOIT être fournie conformément à [UIT-T J.125].

#### **B.5.5.3 Sous-couche de commande MAC**

La sous-couche de commande MAC définit un émetteur unique pour chaque canal aval – le CMTS. Tous les CM sont à l'écoute de toutes les trames transmises sur le canal aval sur lequel 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 ne peuvent communiquer avec d'autres CM que par le biais du CMTS.

Le canal amont est caractérisé par de nombreux émetteurs (CM) et par un récepteur (le CMTS). Dans le canal amont, 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 octroyés pour la transmission par les CM particuliers, ou par tous les CM sur une base de concurrence. Les CM peuvent faire des demandes concurrentes de temps de transmission. Les CM peuvent également, dans une certaine limite, entrer en concurrence pour transmettre des données réelles. Dans les deux cas, des collisions peuvent avoir lieu et des réessais sont effectués.

Le paragraphe B.8 décrit les messages de sous-couche MAC du CMTS qui dirigent le comportement des CM sur le canal amont, ainsi que les messages des CM aux CMTS.

##### **B.5.5.3.1 Définition du service de commande MAC**

La définition de service de sous-couche MAC est donnée à l'Annexe B.E.

## **B.5.6 Couche Physique**

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

- sous-couche de convergence de transmission (uniquement dans le sens aval);
- sous-couche déterminée par le support physique (PMD, *physical media dependent*).

### **B.5.6.1 Sous-couche de convergence de transmission en aval**

La sous-couche de convergence de transmission n'existe qu'en aval. Elle permet d'assurer des services supplémentaires par le flux binaire de couche Physique. Ces services supplémentaires peuvent, par exemple, comprendre la vidéo numérique. La définition de tels services supplémentaires ne s'inscrit pas dans le domaine d'application de l'Annexe B.

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 MAC de données par câble. 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 en aval est définie au § B.7.

### **B.5.6.2 Sous-couche déterminée par le support physique**

La sous-couche déterminée par le support physique est définie au § B.6.

#### **B.5.6.2.1 Points d'interface**

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

- a) sortie aval du CMTS;
- b) entrée amont du CMTS;
- c) entrée/sortie câble du modem câble.

Des interfaces séparées de sortie aval et d'entrée amont 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 aval et des signaux amont.

## **B.6 Spécification de sous-couche déterminée par le support physique**

### **B.6.1 Domaine d'application**

L'Annexe B définit les caractéristiques électriques et les protocoles pour un modem câble (CM) et pour le système de terminaison de modem câble (CMTS). Le but de l'Annexe B est de définir un CM et un CMTS interopérables de sorte que toute implémentation d'un CM puisse fonctionner avec n'importe quel CMTS. L'Annexe B ne précise cependant aucune mise en œuvre spécifique.

Le présent paragraphe s'applique à la première option technologique mentionnée au § B.1.1. Pour la seconde option, voir l'Annexe B.N.

Chaque fois qu'il est fait référence, dans le présent paragraphe, à des conflits entre des émissions parasites et des prescriptions légales pour la zone de fonctionnement, ce sont ces dernières qui ont priorité.

### **B.6.2 Sens amont**

#### **B.6.2.1 Aperçu général**

La sous-couche déterminée par le support physique (PMD, *physical media dependent*) amont utilise un format de modulation de paquet AMRF/AMRT qui peut assurer cinq rapidités de modulation et deux formats de modulation (QPSK et 16 QAM). 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 de longueur variable qui débute de manière précise dans le temps à des frontières espacées de multiples entiers de 6,25  $\mu$ 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 aléatoire de la capacité utile et un codage FEC programmable.

Tous les paramètres de transmission amont associés aux sorties de transmission par rafale du CM peuvent être configurés par le CMTS au moyen de messages 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 égale à zéro. La synchronisation système des émissions AMRT de différents CM DOIT faire en sorte que le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole du préambule de la rafale suivante soient séparés par une durée de cinq symboles au minimum. L'intervalle de garde DOIT être supérieur ou égal à la durée de cinq symboles plus l'erreur de synchronisation maximale. L'erreur de synchronisation provient autant du CM que du CMTS. La performance de synchronisation du modem câble est spécifiée au § B.6.2.7. L'erreur de synchronisation maximale et l'intervalle de garde peuvent varier entre CMTS de différents fournisseurs. Le terme durée de garde est similaire à celui d'intervalle de garde, excepté qu'il est mesuré depuis la fin du dernier symbole d'une rafale au début du premier symbole du préambule de la rafale suivant immédiatement. Et donc, la durée de garde est égal à l'intervalle de garde – 1.

Le modulateur amont fait partie du modem câble qui assure l'interface avec le réseau en câble. Le modulateur contient la fonction réelle de modulation du 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. L'Annexe B 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 le mappage 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 – La conception de l'unité devrait tenir compte de la nature de canaux multiples de la démodulation et du traitement du signal qui doivent être réalisés dans la tête de réseau. Les fonctionnalités de partition/partage devraient être appropriées à une application multicanal d'un niveau optimal. La conception d'un démodulateur pouvant prendre en charge des canaux multiples dans une unité de démodulateur peut être appropriée.



La fonction de démodulation du démodulateur accepte des signaux de niveau variable 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 une extrémité 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 entrées 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. Cela comprend l'acceptation du flux de données en rafale, le décodage, etc., et éventuellement le multiplexage des données de canaux multiples en un seul flux de sortie. La fonction de traitement du signal fournit également la référence de synchronisation d'extrémité et le signal de portillonnage envoyé aux démodulateurs afin d'activer l'acquisition de rafale pendant 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 codet et le nombre de symboles de Reed-Solomon corrigés dans chaque codet. Pour chaque rafale amont, le CMTS a connaissance préalable de la longueur exacte de cette rafale en symboles unitaires (voir les paragraphes B.6.2.7, B.6.2.11.1 et B.A.2).

### B.6.2.2 Formats de modulation

Le modulateur amont DOIT fournir les formats de modulation QPSK et 16 QAM.

Le démodulateur amont DOIT prendre en charge le format QPSK, le format 16 QAM, ou les deux.

#### B.6.2.2.1 Débits de modulation

Le modulateur amont DOIT assurer la modulation QPSK à 160, 320, 640, 1280 et 2560 k Bd, et la modulation 16 QAM à 160, 320, 640, 1280 et 2560 k Bd.

Cette variété de débits de modulation et la flexibilité de réglage des fréquences porteuses amont permettent aux opérateurs de positionner les porteuses dans des interstices du motif d'entrée à bande étroite, comme cela est traité dans l'Annexe B.G.

La rapidité de modulation dans chaque canal amont est définie dans un message MAC de descripteur de canal amont (UCD, *upstream channel descriptor*). Tous les CM utilisant ce canal amont DOIVENT utiliser le symbole défini pour les émissions en amont.

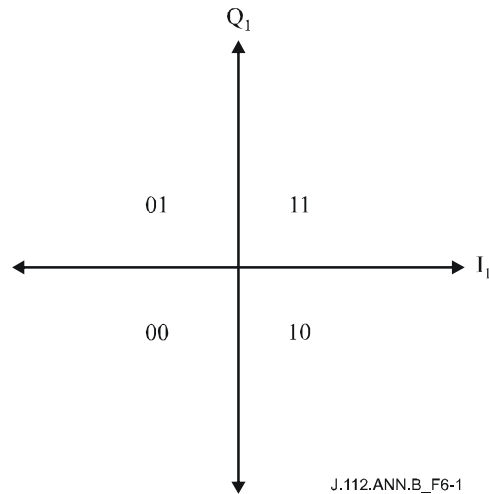
#### B.6.2.2.2 Transposition des symboles

Le mode de modulation (QPSK ou 16 QAM) 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.6-1. 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 en QPSK et  $Q_0$  est le bit de plus faible poids en 16 QAM.  $Q_1$  et  $I_0$  ont des positions binaires intermédiaires en 16 QAM. Le bit de plus fort poids DOIT être le premier bit des données en série à entrer dans le transposeur de symbole.

**Tableau B.6-1/J.112 – Mappage I/Q**

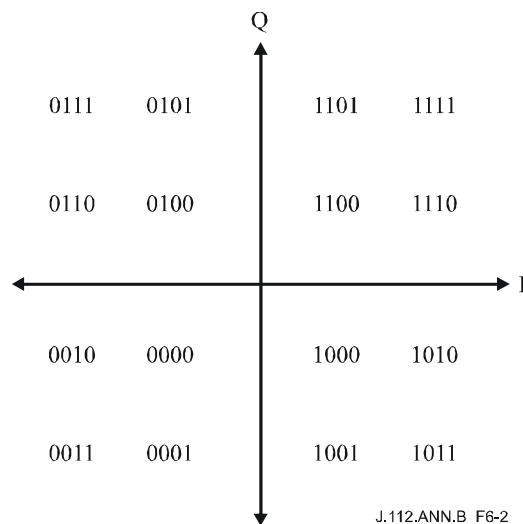
Mode MAQ	Définition de bit d'entrée
QPSK	$I_1 Q_1$
16 QAM	$I_1 Q_1 I_0 Q_0$

Le mappage des symboles QPSK amont DOIT être conforme aux prescriptions de la Figure B.6-1.



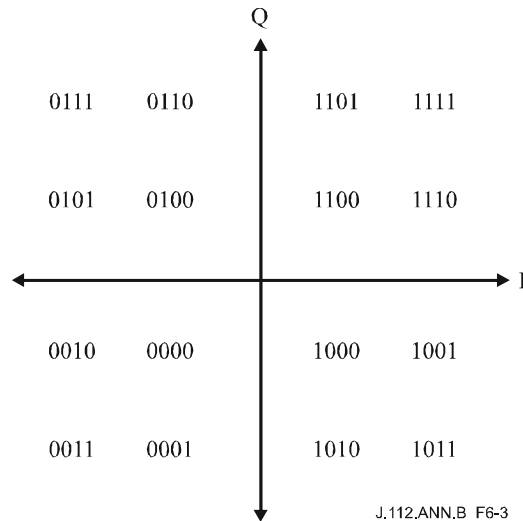
**Figure B.6-1/J.112 – Mappage des symboles en QPSK**

Le mappage non inversé des symboles en 16 QAM (à codage de Gray) DOIT être telle que représenté à la Figure B.6-2.



**Figure B.6-2/J.112 – Mappage des symboles en 16 QAM à codage de Gray**

Le mappage différentiel des symboles en 16 QAM DOIT être comme indiqué à la Figure B.6-3.



**Figure B.6-3/J.112 – Mappage des symboles en 16 QAM à codage différentiel**

Si le codage différentiel de quadrant est validé, le quadrant de symboles en cours de transmission est dérivé du quadrant de symboles transmis précédemment et des bits en cours d'entrée, conformément au Tableau B.6-2. Si le codage différentiel de quadrant est validé, la sous-couche PMD amont DOIT appliquer ces règles de codage différentiel à tous les symboles transmis (y compris ceux qui portent des bits de préambule).

**Tableau B.6-2/J.112 – Calcul du quadrant de symboles en cours de transmission**

Bit en cours d'entrée I(1) Q(1)	Déphasage 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.6.2.2.3 Mise en forme du spectre

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge une mise en forme en racine de cosinus surélevé de Nyquist à 25%.

Le spectre occupé ne DOIT PAS dépasser les largeurs de canal indiquées dans le Tableau B.6-3.

**Tableau B.6-3/J.112 – Largeur maximale de canal**

Rapidité de modulation (kBd)	Largeur de canal (kHz) (voir Note)
160	200
320	400
640	800
1280	1600
2560	3200
NOTE – La largeur de canal est de –30 dB.	

### B.6.2.2.4 Agilité et gamme de fréquence amont

La sous-couche PMD amont DOIT assurer l'exploitation sur la gamme des fréquences allant de 5 MHz à 42 MHz d'extrémité à extrémité.

La résolution de fréquence décalée DOIT être prise en charge dans une gamme de  $\pm 32$  kHz (incrément = 1 Hz; implémenté dans une bande de  $\pm 10$  Hz).

### B.6.2.2.5 Format du spectre

Le modulateur amont DOIT assurer l'exploitation avec le format  $s(t) = I(t) \times \cos(\omega t) - Q(t) \times \sin(\omega t)$ , où  $t$  désigne le temps et  $\omega$  la fréquence angulaire.

## B.6.2.3 Codage de FEC

### B.6.2.3.1 Modes de codage de FEC

Le modulateur amont DOIT pouvoir assurer les sélections suivantes: codes Reed-Solomon à corps GF(256) avec  $T = 1$  à 10 ou aucun codage de 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  $\alpha$  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 amont DOIT fournir des codets 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 longueur des mots non codés DOIT être de 1 octet au minimum.

En mode de codage raccourci du dernier mot, le CM DOIT fournir le dernier codet d'une rafale raccourcie de k octets de données par codet par rapport à la longueur attribuée, comme indiqué au § B.6.2.11.1.2.

La valeur de T DOIT être configurée en réponse au descripteur de canal amont du CMTS.

### B.6.2.3.2 Séquencement des bits dans les symboles de 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 mappé au bit MSB du premier symbole Reed-Solomon entrant dans le codeur. Le bit MSB du premier symbole sortant du codeur DOIT être mappé sur le premier bit du flux de bits en série injecté dans le brasseur.

NOTE – La convention de conversion d'octets en bits série du flux de commande MAC amont implique que le bit LSB de chaque octet soit mappé sur le premier bit du flux de bits en série, conformément au § B.8.2.1.3.

### B.6.2.4 Embrouilleur (brasseur aléatoire)

Le modulateur amont DOIT implémenter un embrouilleur (illustré à la Figure B.6-4) où la valeur de germe de 15 bits DOIT être programmable de manière arbitraire.

Au début de chaque rafale, le registre est libéré et la valeur de germe est chargée. La valeur de germe DOIT être utilisée pour calculer le bit embrouilleur qui est combiné dans un opérateur XOR avec le premier bit de données de chaque rafale (le bit de plus fort poids du premier symbole suivant le dernier symbole du préambule).

La valeur de germe de l'embrouilleur DOIT être configurée en réponse au descripteur de canal amont du CMTS.

Le polynôme DOIT être  $x^{15} + x^{14} + 1$ .

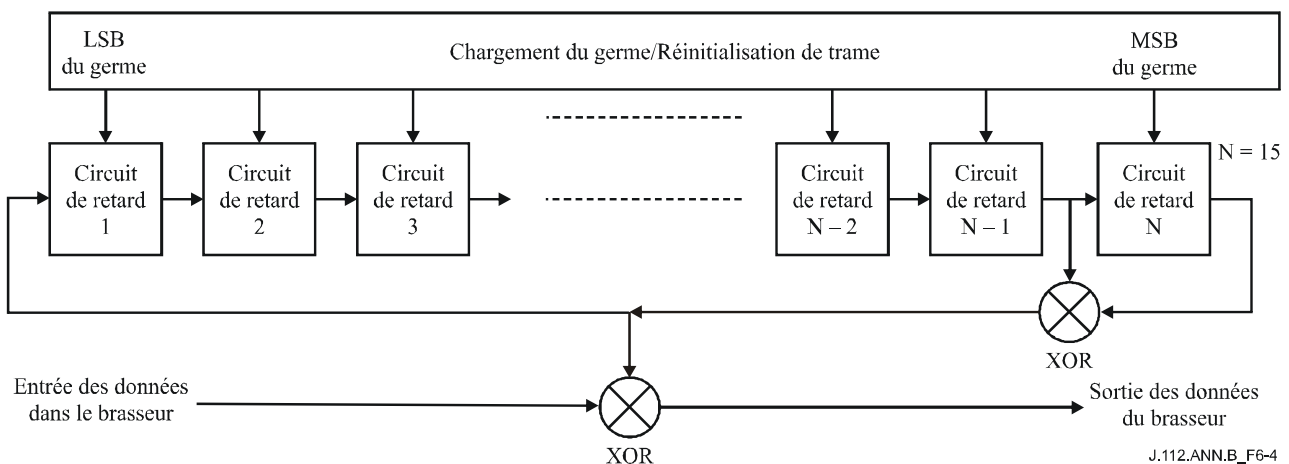


Figure B.6-4/J.112 – Structure de l'embrouilleur

### B.6.2.5 Ajout du préambule

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge un champ de préambule de longueur variable qui est ajouté au début des données après qu'elles ont été embrouillées et traitées par un codage de Reed-Solomon.

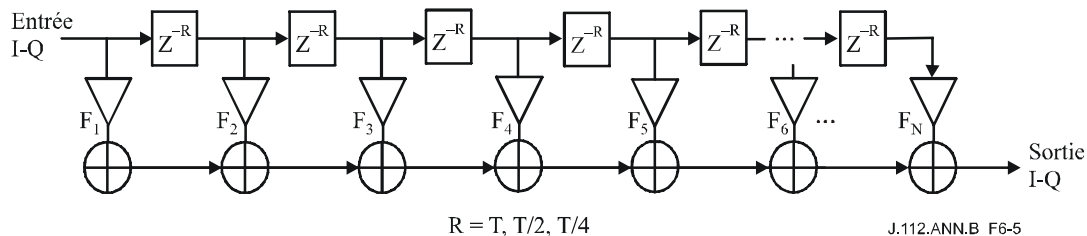
Le premier bit du motif de préambule est le premier bit entrant dans le transposeur de symboles (voir la Figure B.6-9) et c'est  $I_1$  dans le premier symbole de la rafale (voir au § B.6.2.2.2). Le premier bit du motif de préambule est indiqué par le décalage de valeur de préambule comme décrit au Tableau B.8-19 du § B.8.3.3.

La valeur du préambule qui est ajoutée en préfixe DOIT être programmable et sa longueur DOIT être de 0, 2, 4, ..., ou 1024 bits pour la modulation QPSK et 0, 4, 8, ..., ou 1024 bits pour la modulation 16 QAM. Ainsi, la longueur maximale du préambule est de 512 symboles QPSK ou de 256 symboles en QAM.

La longueur et la valeur du préambule DOIVENT être configurées en réponse au message de descripteur de canal amont transmis par le CMTS.

### B.6.2.6 Préégaliseur d'émission

Un préégaliseur d'émission, possédant une structure d'égaliseur linéaire comme représenté sur la Figure B.6-5, DOIT être configuré par le CM en réponse au message de réponse de télémétrie (RNG-RSP) émis par le CMTS. Le préégaliseur DOIT prendre en charge une structure d'égaliseur à 8 pôles espacés d'un symbole (T). Ce préégaliseur PEUT avoir 1, 2 ou 4 échantillons par symbole, avec une longueur de coefficient polaire supérieure à 8 symboles.



**Figure B.6-5/J.112 – Structure du préégaliseur d'émission**

Le message RNG-RSP de commande MAC (voir au § B.8.3.6.1) utilise 16 bits par coefficient en notation fractionnaire de complément à deux "s1.14" (bit de signe, bit d'entier, virgule binaire et 14 bits fractionnaires) afin de définir les informations d'égalisation du CM en émission. Celui-ci DOIT convoluer les coefficients émis par le système CMTS avec les coefficients existants afin d'obtenir les nouveaux coefficients.

En réponse à une demande initiale de télémétrie et à des demandes périodiques de télémétrie avant l'inscription du CM, le système CMTS DOIT, lorsqu'il envoie les coefficients du préégaliseur, calculer et acheminer ceux-ci avec une longueur d'égaliseur à 8 pôles à format d'espacement d'un symbole. Après inscription, le système CMTS PEUT utiliser un format d'égaliseur à espacement fractionnaire (T/2 ou T/4) et une longueur de coefficient polaire plus grande afin de correspondre aux capacités de préégalisation du CM que le système CMTS a acquises à partir du champ de capacités de modem contenu dans le message REG-REQ. Voir au § B.8.3.8.1.1 le mode d'emploi correct du champ de capacités du modem.

Avant d'effectuer une demande initiale de télémétrie et à chaque modification de fréquence ou de rapidité de modulation du canal amont, le CM DOIT initialiser les coefficients du préégaliseur à une valeur par défaut où tous les coefficients sont égaux à zéro sauf le coefficient réel du premier pôle (c'est-à-dire F1). Au cours de la télémétrie initiale, c'est le CM et non le CMTS qui DOIT compenser le retard (décalage de télémétrie) dû au transfert du premier pôle au nouvel emplacement du pôle principal des coefficients d'égalisation envoyés par le CMTS. Les coefficients du préégaliseur sont ensuite mis à jour par le processus de télémétrie subséquent (maintenance périodique de la station). Le système CMTS NE DOIT PAS déplacer l'emplacement du pôle principal au cours de la maintenance périodique de station. Les coefficients d'égaliseur peuvent être inclus dans chaque message RNG-RSP mais ils n'apparaissent normalement que lorsque le CMTS détermine une modification notable de réponse dans le canal. La fréquence de mise à jour des coefficients d'égaliseur dans le message RNG-RSP est déterminée par le système CMTS.

Le CM DOIT normaliser les coefficients de préégalisation afin de garantir un fonctionnement correct (par exemple en évitant leur débordement ou leur mutilation). Le CM NE DOIT PAS changer sa puissance d'émission due à un gain ou un affaiblissement des nouveaux coefficients. La puissance réelle d'émission en sortie dépend des exigences de précision de la puissance définies au § B.8.2.9.1. Si la structure d'égalisation du CM implémente le nombre de coefficients comme alloué dans le message RNG-RSP, le CM NE DOIT PAS alors modifier l'emplacement du pôle principal

dans le message RNG-RSP. Si la structure d'égalisation du CM implémente un nombre de coefficients différent de celui qui est défini dans le message RNG-RSP, le CM PEUT déplacer l'emplacement de la valeur du pôle principal. Ce faisant, le CM DOIT de nouveau ajuster son décalage de télémétrie de façon à compenser le déplacement du pôle principal, sans préjuger d'autres réglages dans le message RNG-RSP.

### B.6.2.7 Profils de rafales

Les caractéristiques de transmission sont séparées en trois parties:

- a) les paramètres de canal;
- b) les attributs de profil de rafale;
- c) les paramètres uniques d'utilisateur.

Les paramètres de canal comprennent:

- i) la rapidité de modulation (cinq débits, allant de 160 k Bd à 2,56 MBd par échelons d'octave;
- ii) la fréquence centrale (Hz);
- iii) la super chaîne de préambule sur 1024 bits.

Les paramètres de canal sont décrits plus en détail au Tableau B.8-18, § B.8.3.3. Ces caractéristiques sont partagées par tous les utilisateurs d'un canal donné. Les attributs de profil de rafale sont énumérés dans le Tableau B.6-4 et sont décrits plus en détail au Tableau B.8-19, § B.8.3.3. 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.6-5.

**Tableau B.6-4/J.112 – Attributs de profil de rafale**

Attributs de paramètre de réglage	Réglages de configuration
Modulation	QPSK, 16 QAM
Codage différentiel DiffEnc	Activé/désactivé
Longueur de préambule	0-1024 bits (voir au § B.6.2.5)
Décalage de valeur du préambule	0 à 1022
Correction d'erreur directe (FEC) (T)	0 à 10 (0 implique que la FEC est désactivée. Le nombre d'octets de parité des codets est égal à $2 \times T$ )
Octets d'informations de codet FEC (k)	Fixe: 16 à 253 (si la FEC est active) Raccourci: 16 à 253 (si la FEC est active)
Valeur de germe du brasseur	15 bits
Longueur maximale de rafale (mini-intervalles) (Note)	0 à 255
Intervalle de garde	4 à 255 symboles

**Tableau B.6-4/J.112 – Attributs de profil de rafale**

Attributs de paramètre de réglage	Réglages de configuration
Longueur du dernier codet	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 dans ce canal pour ce type de rafale. Tant qu'elle n'est pas fixée, la longueur de rafale est fournie explicitement par le CMTS au CM dans l'affectation.	

**Tableau B.6-5/J.112 – Paramètres de rafale uniques d'utilisateur**

Paramètre	Réglages de configuration
Niveau de puissance (voir Note)	+8 à +55 dBmV (16 QAM) +8 à +58 dBmV (QPSK) par pas de 1 dB
Fréquence décalée (Note)	Etendue = $\pm 32$ kHz; incrément = 1 Hz; implémenté à $\pm 10$ Hz près
Décalage de télémétrie	0 à $(2^{16} - 1)$ , incréments de $6,25 \mu\text{s}/64$
Longueur de rafale (mini-intervalles) si variable dans ce canal (varie de rafale en rafale)	1 à 255 mini-intervalles
Coefficients d'égaliseur en émission (Note)	Jusqu'à 64 coefficients; 4 octets par coefficient: 2 réels et 2 complexes
NOTE – Les valeurs du présent tableau s'appliquent au canal donné et à la rapidité de modulation donnée.	

Le CM DOIT implémenter la fréquence décalée à  $\pm 10$  Hz près.

Le décalage de télémétrie est la correction de retard appliquée par le CM au temps de trame amont CMTS calculé au niveau du CM. Le décalage de télémétrie est une avance dont la valeur est à peu près égale au temps de propagation pour aller du système CMTS au CM et retour. Cette avance est nécessaire pour synchroniser les émissions amont en mode AMRT. Le CMTS DOIT fournir en retour au CM la correction de ce décalage, sur la base de la réception correcte d'une ou de plusieurs rafales (c'est-à-dire des résultats satisfaisants pour chacune des techniques employées: correction d'erreur et/ou CRC), avec une précision de 1/2 symbole et une résolution au  $1/64^{\text{e}}$  de l'incrément du marqueur temporel de trame ( $6,25 \mu\text{s}/64 = 0,09765625 \mu\text{s} = 1/4$  de la durée du symbole ayant 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 retard 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 (à la rapidité adoptée pour la rafale) avec une précision (pour les éléments autres qu'un biais fixe) égale à  $\pm 0,25 \mu\text{s} \pm 1/2$  symbole afin de tenir compte de la résolution. Cette précision sur le temps de rafale CM se rapporte aux limites du mini-intervalle et peut être calculée au niveau du CM par un traitement théorique des signaux de marquage temporel 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 modifications 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 les modifications de la rapidité de modulation, de la fréquence décalée et du 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 devrait compenser 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 modification 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, la fréquence décalée, la fréquence de canal 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, la fréquence décalée, la fréquence de canal 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 de l'égaliseur d'émission (s'il est présent dans le CM). (Cette prescription doit être vérifiée sans filtrage par l'égaliseur d'émission et avec seulement le temps de transmission dans ce cas. Noter que si le CMTS possède une rétroaction décisionnelle dans son égaliseur, 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 de l'intervalle de garde de 96 symboles. Le CMTS doit veiller à ce que cela ne se produise pas en attribuant une durée de garde supplémentaire entre rafales, au moins égal à la grandeur du décalage télémétrique négatif.

Pour fournir l'interopérabilité vers l'amont avec les équipements DOCSIS 1.0 et 1.1, le modem câble, lorsqu'il effectue un changement de rapidité de modulation, DOIT employer les décalages de synchronisation suivants. Les décalages dans le tableau correspondent à la contribution des récepteurs amont ordinaires DOCSIS 1.0 et 1.1 pour les changements de latence lorsqu'il effectue des changements de rapidité de modulation. Le décalage de synchronisation à appliquer est la différence entre l'entrée dans le tableau correspondant au nouveau rapidité de modulation et l'entrée correspondant au rapidité de modulation d'origine. Les décalages sont référencés au centre du premier symbole dans la rafale, qui est le point de référence pour la synchronisation de rafale, comme indiqué au § B.8.2.8. La spécification de ces décalages est nécessaire pour que les modems câble appliquent des ajustements uniformes à leur décalages de télémétrie et pour que les systèmes CMTS puissent traiter de façon appropriée les modems câble qui appliquent ces décalages lorsqu'ils effectuent les changements de rapidité de modulation.

<b>Débit de symboles</b>	<b>Décalage de synchronisation (en unités de 1/64 de tops à 2,56 MBd/s)</b>
2,56 MBd/s	0 (référence)
1,28 MBd/s	24
0,64 MBd/s	72
0,32 MBd/s	168
0,16 MBd/s	360

A titre d'exemple, supposons qu'un modem câble soit sur un canal vers l'amont fonctionnant à 1,28 MBd/s. Supposons maintenant que le message UCD venant du CMTS change la rapidité de modulation du canal à 0,32 MBd/s. Le CM applique un décalage de synchronisation supplémentaire de  $168 - 24 = 144$  à son décalage de télémétrie pour compenser ce changement de rapidité de modulation. La valeur de 144 est positive, et donc, le CM va l'ajouter à son décalage de télémétrie de sorte qu'il émette effectivement plus tôt de 144 unités de  $1/64$  de top.

De plus, en changeant la rapidité de modulation, si un modem câble apporte sa propre contribution à un changement de latence, il DOIT aussi compenser la différence de latence spécifique de ce CM. Ceci s'ajoute au décalage appliqué à partir des valeurs du tableau ci-dessus, qui résulte des contributions du récepteur amont de CMTS ordinaire aux changements de latence. Les exigences de précision de synchronisation de rafale des modems câble trouvées plus haut dans le présent paragraphe, qui se réfèrent à la rapidité de modulation qui est la plus basse entre la rapidité de modulation d'origine et la nouvelle rapidité de modulation, s'appliquent après le changement de rapidité de modulation avec les décalages de synchronisation demandés plus haut.

Un CMTS, qui n'applique pas les mêmes décalages de délai physique interne que l'implémentation de récepteur de système CMTS amont DOCSIS ordinaire, est capable de recevoir une rafale de modem câble après un changement de rapidité de modulation de n'importe laquelle des façons suivantes, mais n'est pas nécessairement limité à ces seules façons:

- a) Le CMTS peut implémenter le décalage de délai physique interne, comme spécifié dans le tableau ci-dessus.
- b) Le CMTS peut implémenter une compensation de synchronisation interne fondée sur le décalage attendu dans le tableau ci-dessus.
- c) Le CMTS peut augmenter la durée de garde.
- d) Le CMTS peut envoyer un RNG-RSP non sollicité à chaque CM pour ajuster le décalage de délai. Comme exposé au § B.8.3.6, le CM est supposé être capable d'ajuster son décalage de synchronisation à tout moment avec la précision spécifiée dans le présent paragraphe.

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 aux § B.6.2.10.5 et B.6.2.10.6 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'implémenter les modifications entre les rafales tant que le CMTS attribue au moins 96 symboles plus  $5 \mu\text{s}$  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'implémenter les modifications entre les rafales tant que le CMTS attribue au moins 96 symboles plus  $10 \mu\text{s}$  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:

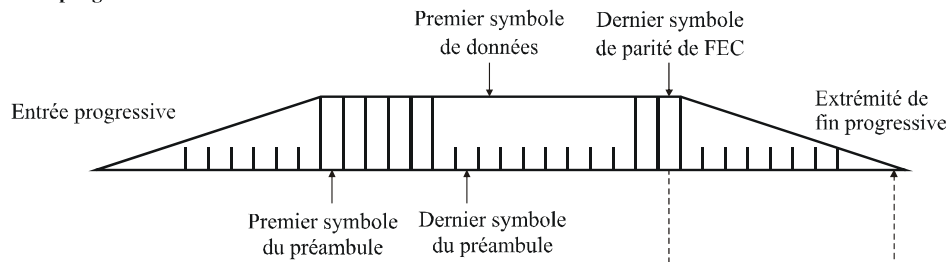
- a) dans les  $5 \mu\text{s}$  à partir du début d'une modification de 1 dB ou moins;
- b) dans un délai de  $10 \mu\text{s}$  à partir du début d'une modification supérieure à 1 dB.

La puissance de sortie en émission 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 16 QAM).

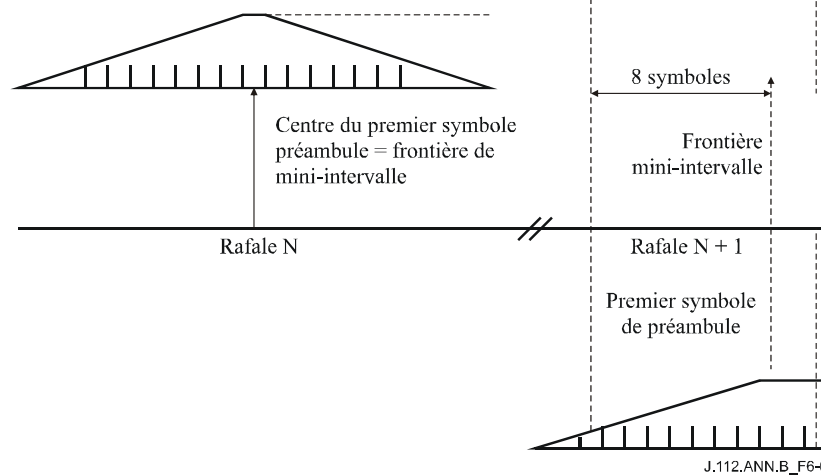
### B.6.2.8 Convention de rythme de rafales

La Figure B.6-6 décrit le rythme nominal des rafales.

a) Profil nominal de rafale (aucune erreur de rythme);  
 bande de garde de 8 symboles; 10 symboles d'entrée et  
 de sortie progressives



b) Le rythme est rapporté au centre  
 du premier symbole de chaque rafale

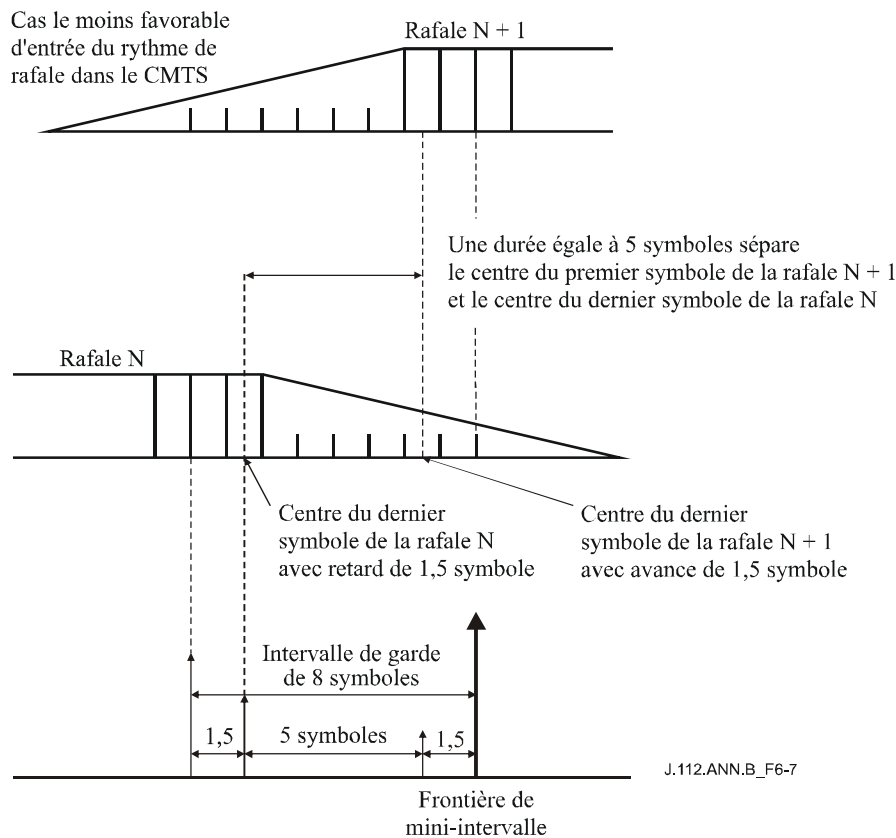


J.112.ANN.B\_F6-6

NOTE – L'entrée progressive d'une rafale peut chevaucher l'entrée progressive de la rafale suivante même si le même émetteur est attribué aux deux rafales.

**Figure B.6-6/J.112 – Rythme nominal des rafales**

La Figure B.6-7 indique le rythme des rafales dans le cas le moins favorable. Dans le présent exemple, la rafale N arrive 1,5 symbole en retard et la rafale N + 1 arrive 1,5 symbole en avance mais la séparation de 5 symboles est maintenue; l'intervalle de garde de 8 symboles est représenté.



**Figure B.6-7/J.112 – Rythme des rafales dans le cas le moins favorable**

A une rapidité de modulation de  $R_s$ , le débit en ligne est d'un symbole par durée  $T_s = 1/R_s$  en secondes. Les extrémités de début et de fin sont les zones d'empiètement d'un symbole dans le domaine temporel au-delà de la durée  $T_s$ , à cause du 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  $N \times T_s$ , où  $N$  est le nombre de symboles que contient la rafale.

### B.6.2.9 Puissance d'émission exigée

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge différentes valeurs de puissance d'émission. Les prescriptions portent sur:

- 1) l'étendue de puissance d'émission commandée;
- 2) l'échelon 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.11.2.4. De tels ajustements DOIVENT s'inscrire dans les gammes de tolérances décrites ci-dessous.

#### B.6.2.9.1 Agilité et étendue de puissance de sortie

La puissance de sortie en émission dans la largeur de bande nominale DOIT être variable dans une gamme allant de +8 dBmV à 55 dBmV (16 QAM) ou 58 dBmV (QPSK), par échelons de 1 dB.

La précision absolue de la puissance émise DOIT être de  $\pm 2$  dB, et la précision des échelons 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 à la suite d'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 au plus proche échelon pris en charge. Si l'échelon commandé est à mi-chemin entre deux échelons pris en charge, le CM DOIT choisir le plus petit. Par exemple, avec une résolution d'échelon pris en charge de 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  $\pm 1$  dB.

### **B.6.2.10 Exigences de fidélité**

#### **B.6.2.10.1 Rayonnements non essentiels**

La puissance du bruit et des composantes non essentielles ne DOIT PAS dépasser les niveaux indiqués dans les Tableaux B.6-6, B.6-7 et B.6-8.

Dans le Tableau B.6-6, 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 la mesure 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 mesure 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 et pouvant être exclues des bandes "de 5 à 42 MHz" spécifiées au Tableau B.6-8. Les rayonnements non essentiels relatifs à la porteuse incluent tous les produits dont la fréquence est fonction de la fréquence de la porteuse de l'émission vers l'amont, telles que, mais non exclusivement, les harmoniques de porteuse.

La largeur de bande de mesure est également de 160 kHz pour les valeurs entre rafales du Tableau B.6-6 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.6-6/J.112 – Rayonnements non essentiels**

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, <i>inter symbol interference</i> )].	-40 dBc	-72 dBc ou -59 dBmV, selon la valeur la plus élevée
Dans la bande adjacente	Voir Tableau B.6-7	-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 <sup>e</sup> ordre si < 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 du canal attribué, des canaux adjacents et des voies associées aux porteuses)	Voir Tableau B.6-8	-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) (Note 1) 42 à 54 MHz 54 à 60 MHz 60 à 88 MHz 88 à 860 MHz	Max (-40 dBc, -26 dBmV) -35 dBmV -40 dBmV -45 dBmV	-26 dBmV -40 dBmV -40 dBmV Max (-45 dBmV, ou -40 dBc (Note 2))
Limites discrètes pour le CM (Note 1) 42 à 54 MHz 54 à 88 MHz 88 à 860 MHz	Max (-50 dBc, -36 dBmV) -50 dBmV -50 dBmV	-36 dBmV -50 dBmV -50 dBmV
NOTE 1 – Ces limites spécifiées excluent un unique résidu discret associé au canal reçu en direct; cet unique résidu discret ne DOIT PAS être supérieur à -40 dBmV. NOTE 2 – "dBc" se rapporte au niveau reçu du signal aval. Certaines puissances de sortie parasites sont proportionnelles au niveau du signal reçu.		

#### **B.6.2.10.1.1 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.6-7 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.6-7/J.112 – Rayonnements non essentiels dans un canal adjacent par rapport au niveau de puissance de rafale émise**

Rapidité de modulation de la porteuse émise	Spécification dans l'intervalle	Intervalle de mesure et distance par rapport à la limite de porteuse	Rapidité de modulation de la porteuse contenue dans un canal adjacent
160 kBd	-45 dBc	20 kHz à 180 kHz	160 kBd
	-45 dBc	40 kHz à 360 kHz	320 kBd
	-45 dBc	80 kHz à 720 kHz	640 kBd
	-42 dBc	160 kHz à 1440 kHz	1280 kBd
	-39 dBc	320 kHz à 2880 kHz	2560 kBd
Toutes les autres rapidités de modulation	-45 dBc	20 kHz à 180 kHz	160 kBd
	-45 dBc	40 kHz à 360 kHz	320 kBd
	-45 dBc	80 kHz à 720 kHz	640 kBd
	-44 dBc	160 kHz à 1440 kHz	1280 kBd
	-41 dBc	320 kHz à 2880 kHz	2560 kBd

**B.6.2.10.1.2 Rayonnements non essentiels 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 dans le Tableau B.6-7, 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.6-8 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 mesure initial à utiliser pour commencer à mesurer les rayonnements non essentiels. Les mesures devraient commencer à la distance initiale et être répétés à une distance croissante de la porteuse jusqu'à atteindre la limite de la bande amont, 5 MHz ou 42 MHz. Les intervalles de mesure ne devraient pas comporter d'émission relatives à la porteuse.

**Tableau B.6-8/J.112 – Rayonnements non essentiels dans une bande de 5 à 42 MHz par rapport au niveau de puissance de rafale émise**

Rapidité de modulation possible dans cet intervalle	Spécification dans l'intervalle	Intervalle de mesure initial et distance par rapport à la limite de porteuse
160 kBd	-53 dBc	220 kHz à 380 kHz
320 kBd	-50 dBc	240 kHz à 560 kHz
640 kBd	-47 dBc	280 kHz à 920 kHz
1280 kBd	-44 dBc	360 kHz à 1640 kHz
2560 kBd	-41 dBc	520 kHz à 3080 kHz

### B.6.2.10.2 Rayonnements non essentiels au cours de rafales transitoires de commutation

Chaque émetteur DOIT contrôler les rayonnements non essentiels, avant et pendant l'entrée progressive et pendant et après la terminaison progressive, avant et après une rafale en mode AMRT.

Les rayonnements non essentiels de commutation, tels que des variations de tension à la sortie de l'émetteur amont dues à l'activation ou à la désactivation de l'émission, DOIVENT être inférieurs à 100 mV et de telles variations DOIVENT être dissipées à un rythme non supérieur à une pente de stabilisation constante de 2  $\mu$ s. Cette prescription s'applique lorsque le CM transmet à + 55 dBmV ou plus; pour des niveaux d'émission réduits, les variations de tension maximales DOIVENT être réduites d'un facteur 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 au-dessous. Cette prescription ne s'applique pas aux transitoires de mise sous tension et hors tension du CM.

### B.6.2.10.3 Taux d'erreur sur les symboles (SER, *symbol error rate*)

La performance du modulateur DOIT s'inscrire à  $\pm 0,5$  dB du taux SER théorique par rapport à C/N (c'est-à-dire  $E_s/N_0$ ), pour un taux SER aussi bas que  $10^{-6}$  non codé, en QPSK et en 16 QAM.

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.

NOTE – Le CM DOIT pouvoir atteindre un rapport SNR par grappes d'au moins 27 dB en présence des microréflexions de canal définies dans le Tableau B.4-2. Etant donné que ce tableau ne limite pas le retard d'écho dans le cas du niveau de  $-30$  dBc, l'on part du principe, dans le cadre des essais, que la durée de l'écho à ce niveau est inférieure ou égale à 1,5  $\mu$ s.

### B.6.2.10.4 Distorsion de filtre

Les prescriptions suivantes impliquent la désactivation de toute préégalisation.

#### B.6.2.10.4.1 Amplitude

Le gabarit spectral DOIT être le spectre idéal en racine de cosinus surélevé avec  $\alpha = 0,25$ , dans les gammes indiquées dans le Tableau B.6-9.

Tableau B.6-9/J.112 – Distorsion d'amplitude du filtre

Fréquence	Gamme d'amplitudes	
	Bas	Haut
$f_c - 5 R_s/8$	–	-30 dB
$f_c - R_s/2$	-3,5 dB	-2,5 dB
$f_c - 3 R_s/8$ à $f_c - R_s/4$	-0,5 dB	+0,3 dB
$f_c - R_s/4$ à $f_c + R_s/4$	-0,3 dB	+0,3 dB
$f_c + R_s/4$ à $f_c + 3 R_s/8$	-0,5 dB	+0,3 dB
$f_c + R_s/2$	-3,5 dB	-2,5 dB
$f_c + 5 R_s/8$	–	-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.6.2.10.4.2 Phase**

$f_c - 5R_s/8$  Hz à  $f_c + 5 R_s/8$  Hz: les variations de temps de propagation de groupe ne DOIVENT PAS être supérieures à 100 ns.

#### **B.6.2.10.5 Bruit de phase dans la porteuse**

Le bruit de phase intégré total d'un émetteur amont (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.6.2.10.6 Précision de la fréquence de canal**

Le CM DOIT implémenter la fréquence de canal attribuée avec une précision de  $\pm 50 \times 10^{-6}$  dans une gamme de températures de 0°C à 40°C pendant les cinq ans suivant la date de fabrication.

#### **B.6.2.10.7 Précision de la rapidité de modulation**

Le modulateur amont DOIT assurer une précision absolue des rapidités de modulation de  $\pm 50 \times 10^{-6}$  dans une gamme de températures de 0°C à 40°C pendant les cinq ans suivant la date de fabrication.

#### **B.6.2.10.8 Gigue temporelle des symboles**

La valeur crête à crête de la gigue de symbole, rapportée au croisement à 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 amont.

La valeur crête à crête de l'erreur de phase cumulée, rapportée au premier temps de symbole et avec exclusion de l'influence d'une éventuelle fréquence à décalage fixe de symbole, 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 les valeurs maximale et minimale de l'erreur de phase cumulée 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 amont. L'exclusion de l'influence d'un décalage fixe de fréquence de symbole doit être réalisée au moyen de la durée moyenne de symbole, calculée sur une période de 0,1 s.

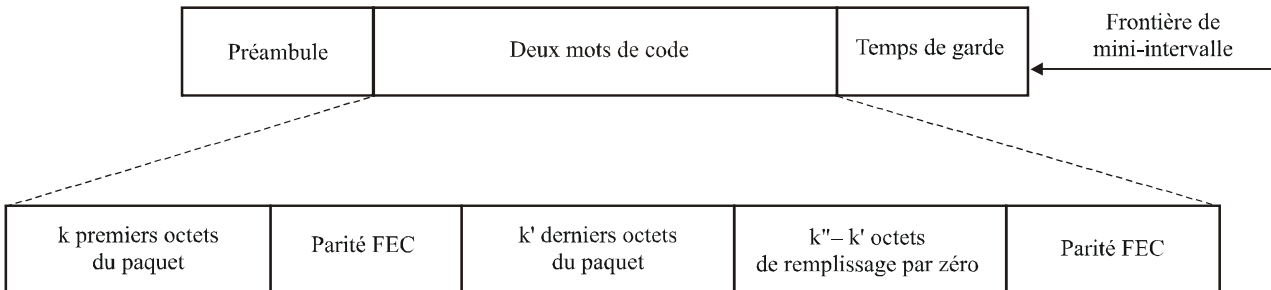
#### **B.6.2.11 Structure de trame**

La Figure B.6-8 donne deux exemples de structure de trame: l'une où la longueur de paquet est égale au nombre d'octets d'information dans un codet (*codeword*) et une autre où la longueur du paquet est supérieure au nombre d'octets d'information dans un codet, mais inférieure à deux codets. L'exemple 1 illustre le mode de longueur de codet fixe et l'exemple 2 le mode de dernier codet raccourci. Ces modes sont définis au § B.6.2.11.1.

**Exemple 1** – Longueur de paquet = nombre d'octets d'information dans le mot de code = k



**Exemple 2** – Longueur de paquet = k + octets d'information dans le 2<sup>e</sup> mot de code = k + k' ≤ k + k'' ≤ 2k



J.112ANN.B\_F6-8

**Figure B.6-8/J.112 – Exemple de structures de trame en mode longueur flexible de rafale**

### B.6.2.11.1 Longueur des codets

Lorsque la FEC est activée, le CM fonctionne en mode longueur de codet fixe ou en mode codet raccourci. Le nombre minimal d'octets d'information dans un codet, pour le mode fixe ou raccourci, est de 16. La capacité de codet raccourci n'apporte d'avantage que lorsque le nombre d'octets contenus dans un codet est supérieur à la valeur minimale de 16.

Les descriptions suivantes s'appliquent à une attribution de mini-intervalles dans des régions aussi bien de concurrence que de non-concurrence. (L'attribution de mini-intervalles est traitée au § B.8.) Le but de cette description est de définir les règles et les conventions permettant aux CM de demander le nombre approprié de mini-intervalles et à la couche PHY du CMTS de connaître la nature du verrouillage de trames FEC prévu, autant en mode de longueur de codet fixe qu'en mode de dernier codet raccourci.

L'utilisation du dernier codet raccourci sur les rafales de maintenance initiale et de station ne procure généralement aucun avantage. Comme le message RNG-REQ est de longueur fixe, les paramètres de FEC peuvent être choisis de façon à correspondre précisément à la longueur de la trame MAC. De plus l'exigence de bourrage avec des zéros du mode dernier codet raccourci pourrait causer des problèmes si le modem câble se trouvait bourrer de zéro jusqu'à la fin de l'allocation de mini-intervalle de maintenance initiale. Pour cette raison, le CMTS NE DOIT PAS utiliser le dernier codet raccourci pour la maintenance initiale.

#### B.6.2.11.1.1 Longueur fixe des codets

Dans ce mode, après codage de toutes les données, le codet est rempli de zéros, si nécessaire, afin d'obtenir le nombre k d'octets de données attribués par codet; le remplissage de zéros DOIT se poursuivre jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des codets de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé, en tenant compte des symboles de parité de FEC et de durée de garde.

#### B.6.2.11.1.2 Raccourcissement du dernier codet

Comme illustré à la Figure B.6-8, soit k' = le nombre d'octets d'information qui restent après avoir réparti les octets d'information de la rafale en codets 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 codet raccourci, soit k'' égal au nombre d'octets de données en rafale plus les octets remplis de zéros dans

le dernier codet raccourci. En mode de codet raccourci, le CM code les octets de données de la rafale (y compris l'en-tête MAC) en utilisant la longueur de codet attribuée (k octets d'information par codet) jusqu'à ce que:

- 1) toutes les données soient codées;
- 2) le reste des octets de données laissés de côté soit inférieur à k.

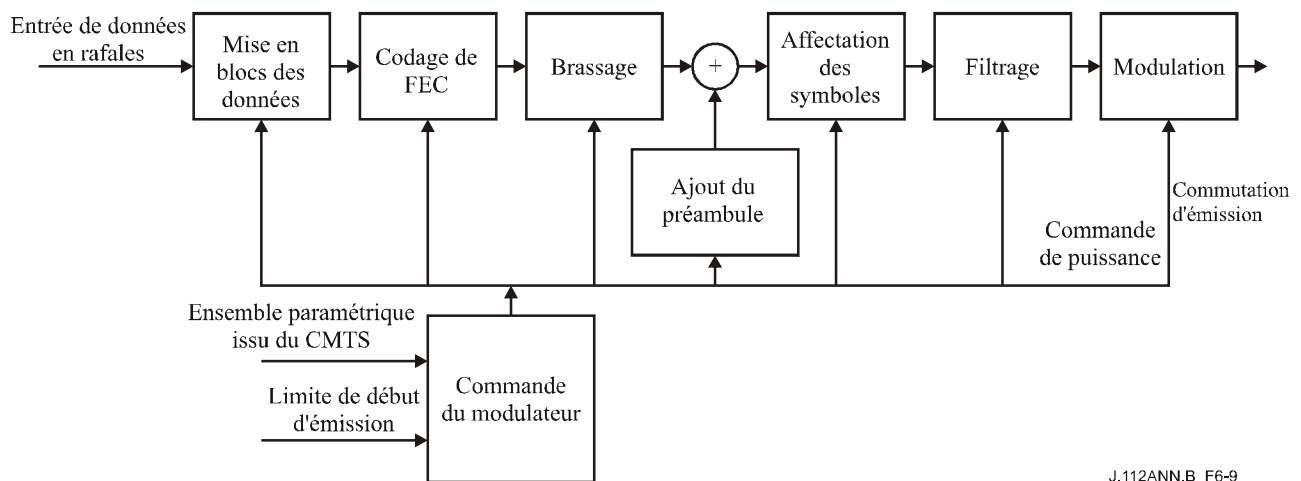
Les derniers codets raccourcis ne doivent pas avoir moins de 16 octets d'information et cela doit être pris en compte lorsque les CM font une demande de mini-intervalle. En mode dernier codet raccourci, le CM, si nécessaire, remplit les données de zéros jusqu'à la fin de l'attribution de mini-intervalles, qui est dans la plupart des cas la frontière de mini-intervalle suivante, en tenant compte des symboles de parité de FEC et de durée de garde. Souvent, seuls les octets remplis de zéros  $k'' - k'$  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 zéros jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des codets de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé dans l'attribution (en tenant compte des symboles de parité FEC et de durée de garde); ensuite, si cela est possible, un dernier codet rempli de zéros DOIT être inséré pour finir de remplir l'attribution de mini-intervalle.

Si, après avoir rempli de zéros les codets supplémentaires avec k octets d'information, il reste moins de 16 octets dans l'attribution des mini-intervalles accordés en tenant compte des symboles de parité et de durée de garde, le CM ne doit pas créer ce dernier codet raccourci.

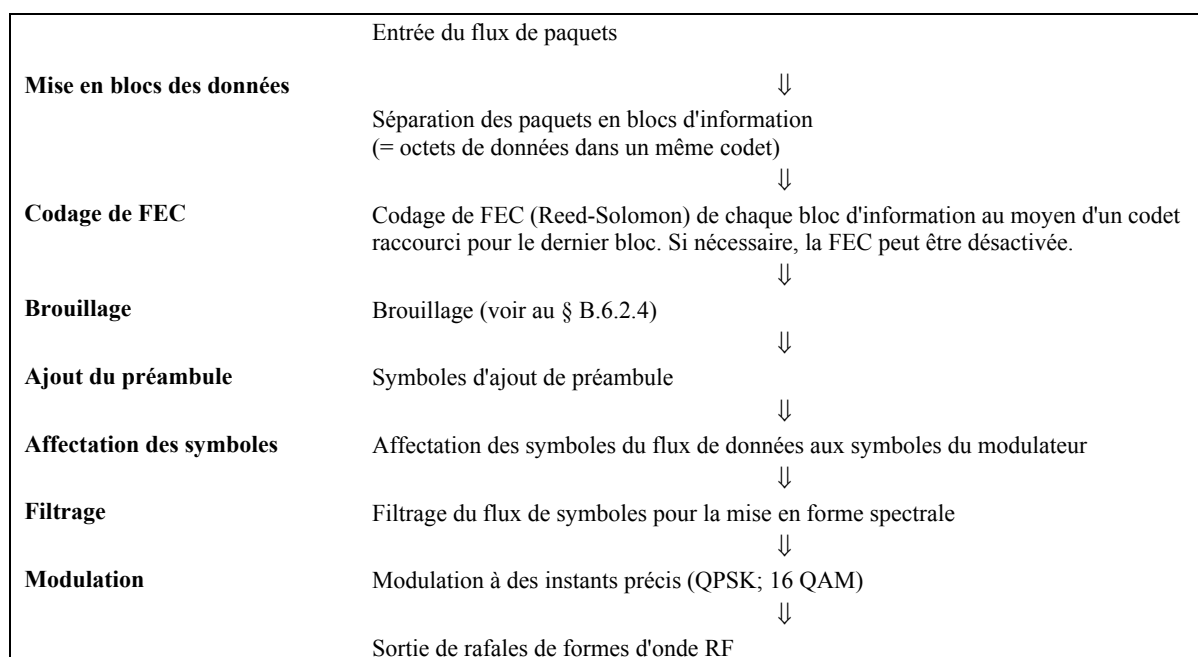
#### B.6.2.12 Exigences relatives au traitement du signal

L'ordre de traitement du signal pour chaque type de paquet en rafale DOIT être compatible avec la séquence donnée à la Figure B.6-9 et DOIT suivre l'ordre des étapes de la Figure B.6-10.



J.112ANN.B\_F6-9

Figure B.6-9/J.112 – Séquence de traitement du signal



**Figure B.6-10/J.112 – Processus d'émission amont en AMRT**

### B.6.2.13 Caractéristiques de puissance d'entrée du démodulateur amont

La puissance d'entrée totale maximale dans le démodulateur amont ne DOIT PAS dépasser 35 dBmV dans la gamme de 5 à 42 MHz des fréquences d'exploitation.

La puissance de réception recherchée dans chaque porteuse DOIT s'inscrire dans la gamme de valeurs indiquée dans le Tableau B.6-10.

**Tableau B.6-10/J.112 – Gamme maximale de puissance de réception nominale commandée dans 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

Le démodulateur DOIT fonctionner conformément à ses spécifications de performance définies avec des rafales reçues dans une gamme de  $\pm 6$  dB par rapport à la puissance de réception commandée nominale.

### B.6.2.14 Signal de sortie électrique en amont du modem câble

Le CM DOIT fournir un signal radioélectrique modulé ayant les caractéristiques données au Tableau B.6-11.

**Tableau B.6-11/J.112 – Sortie électrique du CM**

Paramètre	Valeur
Fréquence	de 5 à 42 MHz d'extrémité à extrémité
Gamme de niveaux (dans un canal)	De +8 dBmV à +55 dBmV (16 QAM) De +8 dBmV à +58 dBmV (QPSK)
Type de modulation	QPSK et 16 QAM
Rapidité de modulation (nominale)	160, 320, 640, 1280 et 2560 k Bd
Largeur de bande	200, 400, 800, 1600 et 3200 kHz
Impédance de sortie	75 $\Omega$
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie	> 6 dB (de 5 MHz à 42 MHz)
Connecteur	Connecteur F selon [CEI 60169-24] (en commun avec l'entrée)

**B.6.3 Vers l'aval****B.6.3.1 Protocole aval**

La sous-couche PMD aval DOIT être conforme à [UIT-T J.83-B] en ce qui concerne les applications vidéo à faible délai, avec les exceptions précisées au § B.6.3.2.

NOTE – Dans l'Annexe B, toute référence à la transmission de signaux de télévision dans la voie d'aller qui ne serait pas conforme à [EN 300 429] est hors du domaine normatif car seule la norme [EN 300 429] est utilisée pour la distribution de programmes multiples de télévision numérique par câble dans les applications européennes. Voir au § B.1.1.

**B.6.3.2 Entrelacement modulable pour prendre en charge la faible latence**

La sous-couche PMD aval DOIT prendre en charge un entrelaceur de profondeur variable ayant les caractéristiques définies au Tableau B.6-12, qui contient un sous-ensemble des modes d'entrelacement se trouvant dans [UIT-T J.83-B].

**Tableau B.6-12/J.112 – Caractéristiques d'entrelaceur**

I (Nombre de pôles)	J (Incrément)	Protection de rafale 64 QAM/256 QAM	Latence 64 QAM/256 QAM
8	16	5,9 $\mu$ s/4,1 $\mu$ s	0,22 ms/0,15 ms
16	8	12 $\mu$ s/8,2 $\mu$ s	0,48 ms/0,33 ms
32	4	24 $\mu$ s/16 $\mu$ s	0,98 ms/0,68 ms
64	2	47 $\mu$ s/33 $\mu$ s	2,0 ms/1,4 ms
128	1	95 $\mu$ s/66 $\mu$ s	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 à la suite de 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.6.3.3 Plan de fréquences aval

Le plan de fréquences aval devrait être conforme au système de porteuses en relation harmonique (HRC, *harmonic related carrier*), au système de porteuses en relation additive (IRC, *incremental related carrier*) ou au système normalisé (STD, *standard*) des plans de fréquences en Amérique du Nord tels que définis dans [EIAS 542]. Toutefois, le fonctionnement au-dessous d'une fréquence centrale de 91 MHz n'est pas requis.

### B.6.3.4 Signal de sortie électrique du système CMTS

Le CMTS DOIT fournir un signal radioélectrique modulé ayant les caractéristiques définies au Tableau B.6-13 suivant.

**Tableau B.6-13/J.112 – Sortie du CMTS**

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale ( $f_c$ )	De 91 à 857 MHz $\pm$ 30 kHz (voir Note)
Niveau	Réglable dans une gamme allant de 50 à 61 dBmV
Type de modulation	64 QAM/256 QAM
Rapidité de modulation (nominale)	
64 QAM	5,056941 MBd
256 QAM	5,360537 MBd
Espacement nominal des canaux	6 MHz
Réponse en fréquence	
64 QAM	Mise en forme en racine de cosinus surélevé $\sim$ 18%
256 QAM	Mise en forme en racine de cosinus surélevé $\sim$ 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 un canal 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 $\pm 50$ 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 ou $-12$ dBmV (selon la valeur la plus grande) 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.

**Tableau B.6-13/J.112 – Sortie du CMTS**

Paramètre	Valeur
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 au-dessus de 750 MHz
Connecteur	Connecteur F selon [CEI 60169-24]
NOTE – La valeur ±30 kHz comprend une tolérance de 25 kHz pour le plus grand décalage de fréquence FCC normalement intégré dans les transposeurs de fréquences.	

### **B.6.3.5 Signal d'entrée électrique aval vers le modem câble**

Le CM DOIT pouvoir localiser et accepter un signal radioélectrique modulé se trouvant dans les canaux définis dans [EIAS 542] pour les plans de fréquences d'Amérique du Nord avec système de porteuses en relation harmonique (HRC), système de porteuses en relation additive (IRC) ou système normalisé (STD). Le fonctionnement au-dessous d'une fréquence centrale de 91 MHz n'est pas requis. Les signaux auront les caractéristiques définies dans le Tableau B.6-14.

**Tableau B.6-14/J.112 – Entrée électrique vers le CM**

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale	De 91 à 857 MHz ±30 kHz
Gamme de niveaux (dans un canal)	De -15 dBmV à +15 dBmV
Type de modulation	64 QAM et 256 QAM
Rapidité de modulation (nominale)	5,056941 MBd (64 QAM) et 5,360537 MBd (256 QAM)
Largeur de bande	6 MHz (mise en forme en racine de cosinus surélevé de 18% pour 64 QAM et mise en forme en racine de cosinus surélevé de 12% pour 256 QAM)
Puissance d'entrée totale (40 à 900 MHz)	< 30 dBmV
Impédance d'entrée (en charge)	75 Ω
Facteur d'adaptation (en réflexion) à l'entrée	> 6 dB (88 à 860 MHz)
Connecteur	Connecteur F selon la spécification [CEI 60169-24] (en commun avec la sortie)

### **B.6.3.6 Qualité du CM en termes de BER**

La performance de taux d'erreurs binaires (BER, *bit error rate*) du CM DOIT être telle que définie dans le présent paragraphe. Les prescriptions s'appliquent au mode d'entrelacement I = 128, J = 1.

#### **B.6.3.6.1 64 QAM**

##### **B.6.3.6.1.1 Qualité du CM en termes de BER en 64 QAM**

La perte d'insertion du CM DOIT être telle que le CM obtienne un BER post-FEC inférieur ou égal à  $10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit ( $E_s/N_o$ ) de 23,5 dB ou plus.

### **B.6.3.6.1.2 Performance de réjection d'image en 64 QAM**

La performance telle que décrite au § B.6.3.6.1.1 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.6.3.6.1.3 Performance de canal adjacent en 64 QAM**

La performance telle que décrite au § B.6.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La performance telle que décrite au § B.6.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux analogiques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

La performance telle que décrite au § B.6.3.6.1.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

### **B.6.3.6.2 256 QAM**

#### **B.6.3.6.2.1 Qualité du CM en termes de BER en 256 QAM**

La perte d'insertion du CM DOIT être telle que le CM obtienne un taux d'erreur sur les bits post-FEC inférieur ou égal à  $10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit ( $E_s/N_o$ ) comme indiqué ci-dessous:

<b>Niveau du signal reçu à l'entrée</b>	<b>Rapport <math>E_s/N_o</math></b>
De -6 dBmV à +15 dBmV	30 dB ou plus
Moins de -6 dBmV jusqu'à -15 dBmV	33 dB ou plus

#### **B.6.3.6.2.2 Performance de réjection d'image en 256 QAM**

La performance telle que décrite au § B.6.3.6.2.1 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.6.3.6.2.3 Qualité en termes de réjection du canal adjacent en 256 QAM**

Le niveau de qualité indiqué au § B.6.3.6.2.1 DOIT être atteint avec un signal analogique ou numérique à 0 dBc dans les canaux adjacents.

Le niveau de qualité indiqué au § B.6.3.6.2.1, avec une tolérance de 0,5 dB, DOIT être atteint avec un signal analogique à +10 dBc dans les canaux adjacents.

Le niveau de qualité indiqué au § B.6.3.6.2.1, avec une tolérance de 1 dB, DOIT être atteint avec un signal numérique à +10 dBc dans les canaux adjacents.

### **B.6.3.7 Gigue temporelle du système CMTS**

La gigue temporelle crête à crête, mesurée à la sortie du système sous-couche de convergence de transmission aval, DOIT être inférieure à 500 ns. Cette valeur est celle de la gigue par rapport à la sous-couche de convergence de transmission aval qui transfère les données du paquet MPEG à la sous-couche dépendante du support physique aval suivant une horloge parfaitement continue et progressive au débit de données du paquet MPEG. Le traitement dans la sous-couche dépendante du support physique NE DOIT PAS être pris en compte au niveau de la production des marqueurs temporels et de leur transfert à la sous-couche dépendante du support physique.

Donc, deux horodatages  $N_1$  et  $N_2$  ( $N_2 > N_1$ ), quels qu'ils soient, qui ont été transférés à la sous-couche dépendante du support physique aval aux instants  $T_1$  et  $T_2$ , respectivement, doivent satisfaire à la relation suivante:

$$|(N_2 - N_1)/f_{\text{CMTS}} - (T_2 - T_1)| < 500 \times 10^{-9}$$



Dans l'équation, la valeur de  $(N_2 - N_1)$  est supposée tenir compte de l'effet de la remise à zéro du compteur de la base de temps, et  $T_1$  et  $T_2$  représentent le temps en secondes.  $f_{\text{CMTS}}$  est la fréquence réelle de la base de temps maîtresse du système CMTS et peut inclure un décalage de fréquence fixe par rapport à la fréquence nominale de 10,24 MHz. Ce décalage de fréquence est encadré par une exigence formulée plus loin dans ce même paragraphe.

La gigue inclut les inexactitudes de valeur de l'horodatage et la gigue dans toutes les horloges. Les 500 ns attribuées à la gigue à la sortie de la sous-couche de convergence de transmission le sens aval DOIVENT être diminuées de toute gigue introduite par la sous-couche dépendante du support physique dans le sens aval.

Le CM est censé observer les prescriptions de précision de la synchronisation des rafales (voir au § B.6.2.7) lorsque les horodatages 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 horodatages).

L'horloge centrale à 10,24 MHz du système CMTS DOIT avoir une stabilité de fréquence  $\leq \pm 5$  ppm, une dérive  $\leq 10^{-8}$ /s et une gigue de contour  $\leq 10$  ns de crête à crête ( $\pm 5$  ns) sur une plage de températures de 0 à 40°C pendant dix ans suivant la date de fabrication. (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, du fait de 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  $\leq 21$  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  $\leq 120$  ns. L'horloge centrale du système CMTS DOIT respecter de telles limites d'essai dans au moins 99% des mesures.)

La conformité aux prescriptions de l'Annexe B PEUT aussi être atteinte en synchronisant l'oscillateur de l'horloge centrale du système CMTS avec une source de fréquence externe de référence. Si l'on adopte cette méthode, l'horloge centrale du système CMTS DOIT, en l'absence de source de fréquence de référence, avoir une stabilité en fréquence de  $\pm 20$  ppm sur une plage de températures de 0 à 40°C pendant dix ans suivant la date de fabrication. La dérive et la gigue doivent être conformes aux prescriptions ci-dessus.

## **B.7 Sous-couche de convergence de transmission aval**

Le présent paragraphe s'applique à la première option technologique mentionnée au § B.1.1. En ce qui concerne la deuxième option, se référer à l'Annexe B.N.

### **B.7.1 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.6, une sous-couche est intercalée entre la sous-couche PMD le sens aval et la sous-couche MAC de transmission de données par câble.

Le flux binaire le sens aval 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.7-1 montre l'entrelacement des octets MAC de transmission de données par câble (DOC, *data-over-cable*) 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.7-1/J.112 – Exemple d'entrelacement de paquets MPEG dans le sens aval**

### B.7.2 Format d'un paquet MPEG

Le format d'un paquet MPEG acheminant des données DOCSIS est illustré à la Figure B.7-2. 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 DOCSIS.

En-tête MPEG (4 octets)	<code>pointer_field</code> (1 octet)	Charge utile DOCSIS (183 ou 184 octets)
----------------------------	---	--

**Figure B.7-2/J.112 – Format d'un paquet MPEG**

### B.7.3 En-tête MPEG pour données sur câble DOCSIS

Le format de l'en-tête d'un flux de transport MPEG est défini au § 2.4/H.222.0. Les valeurs particulières de champs qui caractérisent les flux MAC de transmission de données par câble sont définies au Tableau B.7-1. Les noms des champs proviennent de la Recommandation UIT-T.

L'en-tête MPEG est constitué de 4 octets qui commencent le paquet MPEG de 188 octets. Le format de l'en-tête utilisé sur un identifiant de paquet de transmission de données DOCSIS par câble est limité aux paramètres donnés dans le Tableau B.7-1. Le format de l'en-tête est conforme à la norme MPEG, mais son utilisation dans l'Annexe B N'AUTORISE PAS l'inclusion d'un champ `adaptation_field` dans les paquets MPEG.

**Tableau B.7-1/J.112 – Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission de données DOCSIS par câble**

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 réinitialisé par l'émetteur, et réglé 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 de 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; réglé à zéro.

**Tableau B.7-1/J.112 – Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission de données DOCSIS par câble**

Champ	Longueur (bits)	Description
PID	13	PID communément admis de transmission de données DOCSIS 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 DOCSIS.
continuity_counter	4	Compteur cyclique dans ce PID

#### **B.7.4 Charge utile MPEG pour données sur câble DOCSIS**

La partie de charge utile MPEG du paquet MPEG porte les trames MAC de DOCSIS. 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.

##### **stuff\_byte**

L'Annexe B définit un motif stuff\_byte d'une valeur de (0xFF) utilisé dans la charge utile de DOCSIS pour remplir d'éventuels interstices entre les trames MAC de DOCSIS. Cette valeur est choisie comme valeur non utilisée pour le premier octet de trame MAC de DOCSIS. 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 l'Annexe B, 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 DOCSIS. 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) vers le début de la première trame MAC qui commence dans le paquet;
- 2) vers tout octet stuff\_byte précédant la trame MAC.

#### **B.7.5 Interaction avec la sous-couche de commande 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 DOCSIS. 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.7-3 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 DOCSIS commence la recherche d'un octet FC valide immédiatement après ce pointer\_field.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	Trame MAC (jusqu'à 183 octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)
----------------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------

**Figure B.7-3/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC suit immédiatement le champ pointer\_field**

La Figure B.7-4 montre le cas le plus général 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 n° 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.

Afin de faciliter le multiplexage du flux de paquets MPEG qui acheminent des données DOCSIS avec d'autres données codées MPEG, le CMTS NE DEVRAIT PAS transmettre des paquets MPEG avec un PID DOCSIS contenant uniquement des stuff\_bytes dans la zone de charge utile. Des paquets MPEG nuls DEVRAIENT être transmis à la place. Il est à noter qu'il existe des relations de synchronisation implicites dans la sous-couche MAC de DOCSIS 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.7-4/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage**

La Figure B.7-5 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.7-5/J.112 – Format de paquet dans lequel plusieurs trames MAC sont contenues dans un seul paquet**

La Figure B.7-6 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.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= 0)	<code>stuff_byte(s)</code> (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)	<code>pointer_field</code> (= M)	Queue de trame MAC #1 (M octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	Début de trame MAC #2 (M octets)

**Figure B.7-6/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC couvre plusieurs paquets**

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 (voir aux paragraphes B.8.3.2 et B.9.3).

### B.7.6 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.7.7 Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG

Le flux de paquets MPEG-2 DEVRAIT être 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.

Le flux de paquets MPEG-2 DEVRAIT être déclaré "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 trame MAC est décrit en détail au § B.8.

## B.8 Spécification de commande d'accès au support physique

### B.8.1 Introduction

#### B.8.1.1 Aperçu général

Le présent paragraphe décrit la version 1.1 du protocole MAC de DOCSIS. Certaines des caractéristiques de protocole MAC comprennent:

- l'attribution de largeur de bande commandée par le CMTS;
- un flux de mini-intervalles dans le sens amont;
- la combinaison dynamique de possibilités de transmission en mode concurrence et sur réservation dans le sens amont;
- l'efficacité de largeur de bande par la prise en charge de paquets de longueurs variables;
- des extensions prévues pour la future prise en charge d'unités PDU de données ATM ou autres;
- la qualité de service, notamment:
  - prise en charge de garanties de largeur de bande et de temps d'attente;
  - classification des paquets;
  - établissement dynamique de service.

- des extensions prévues pour la sécurité dans la couche Liaison de données;
- la prise en charge d'une large gamme de débits.

## **B.8.1.2 Définitions**

### **B.8.1.2.1 Domaine de sous-couche MAC**

Un domaine de sous-couche MAC est un ensemble de canaux amont et aval pour lesquels un seul protocole d'attribution et de gestion MAC est utilisé. On lui rattache également un CMTS et un certain nombre de CM. Le CMTS DOIT servir tous les canaux amont et aval; chaque CM PEUT accéder à un ou plusieurs canaux amont et aval. Le CMTS DOIT surveiller les paquets reçus et écarter tout paquet ayant une adresse MAC de source qui n'est pas une adresse MAC d'envoi individuel.

### **B.8.1.2.2 Point d'accès au service MAC**

Un point d'accès au service MAC (MSAP, *MAC service access point*) est une annexe du domaine de sous-couche MAC (voir au § B.5.2).

### **B.8.1.2.3 Flux de service**

Le concept de flux de service est un élément essentiel au fonctionnement du protocole MAC. Les flux de service fournissent un mécanisme pour la gestion de la qualité de service dans les sens amont et aval. Plus précisément, ils font partie de l'attribution de largeur de bande dans le sens amont.

Un identifiant de flux de service définit un mappage unidirectionnel particulier entre un CM et le CMTS. Les identifiants de flux de service amont actifs ont aussi des ID de service, ou SID, associés. La largeur de bande dans le sens amont est attribuée aux SID, et dès lors aux CM, par le CMTS. Les ID de service fournissent les mécanismes par lesquels est implémentée la qualité de service dans le sens amont.

Le CMTS PEUT attribuer un ou plusieurs identifiants de flux de service (SID) à chaque CM, correspondant aux flux de service requis par le CM. Ce mappage peut être négocié entre le CMTS et le CM au cours de l'inscription du CM ou par établissement dynamique de service (voir au § B.11.4).

Pour des implémentations de CM de base, deux flux de service (un amont, un aval) pourraient être utilisés, par exemple, pour offrir le meilleur service IP possible. Le concept de flux 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. Avec les modems plus élaborés, il se peut que certains flux de service soient configurés d'une manière qui les empêche d'accepter tous les types de trafic. Autrement dit, ils peuvent avoir une limitation de la taille maximale des paquets ou être limités à des attributions non sollicités de taille fixe, réduite. Il pourrait par ailleurs être indiqué d'envoyer d'autres types de données sur des flux de service dont l'utilisation pour des applications de type à débit constant (CBR, *constant bit rate*) est en cours.

Même dans le cas de ces modems élaborés, il faut pouvoir envoyer certains paquets dans le sens amont nécessaires pour la gestion MAC, la gestion SNMP, la gestion des clés, etc. Pour que le réseau puisse fonctionner correctement, tous les CM DOIVENT prendre en charge au moins un flux de service amont et un flux de service aval. Ces flux de service DOIVENT être prévus pour permettre au CM de demander et d'envoyer le plus grand nombre possible de trames MAC non concaténées (voir au § B.8.2.2). Ces flux de service sont appelés les flux de service primaire amont et aval. L'identifiant SID attribué au flux de service primaire amont est appelé le SID primaire.

Le SID primaire DOIT être attribué au premier flux de service amont approvisionné pendant le processus d'inscription (qui est ou qui n'est pas le même SID temporaire utilisé pour le processus d'inscription). Les flux de service primaires DOIVENT être immédiatement activés lors de

l'inscription. Le SID primaire DOIT être utilisé pour la maintenance de la station après l'inscription. Les flux de service primaires PEUVENT être utilisés pour le trafic. Tous les flux de service en envoi individuel DOIVENT utiliser l'association de sécurité définie pour le flux de service primaire (voir [UIT-T J.125]).

Tous les identifiants de flux de service sont uniques au sein d'un domaine de sous-couche MAC. Le mappage d'un identifiant de service en envoi individuel avec un flux de service actif/admis DOIT être unique au sein d'un domaine de sous-couche MAC. La longueur de l'identifiant de flux de service est de 32 bits. La longueur de l'identifiant de service est de 14 bits (bien que l'identifiant de service soit parfois porté dans les bits de plus faible poids d'un champ de 16 bits).

#### **B.8.1.2.4 Intervalles, mini-intervalles et incréments de 6,25 µs en amont**

Le temps des transmissions dans le sens amont est réparti en intervalles par le mécanisme d'attribution de largeur de bande dans le sens amont. 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 amont. 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 d'incrément de 6,25 µs, c'est-à-dire 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.9.3.4. Les valeurs de code d'utilisation sont définies au Tableau B.8-20 et l'utilisation autorisée est définie au § B.8.3. La corrélation entre ces valeurs et les paramètres de couche Physique est définie au Tableau B.8-18.

#### **B.8.1.2.5 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.8-3), et peut contenir une unité PDU de données de longueur variable. Celle-ci comprend une paire d'adresses de 48 bits, des données et un contrôle CRC. Dans certains cas, l'en-tête MAC peut encapsuler plusieurs trames MAC (voir au § B.8.2.5.5) dans une seule trame MAC.

#### **B.8.1.3 Utilisation future**

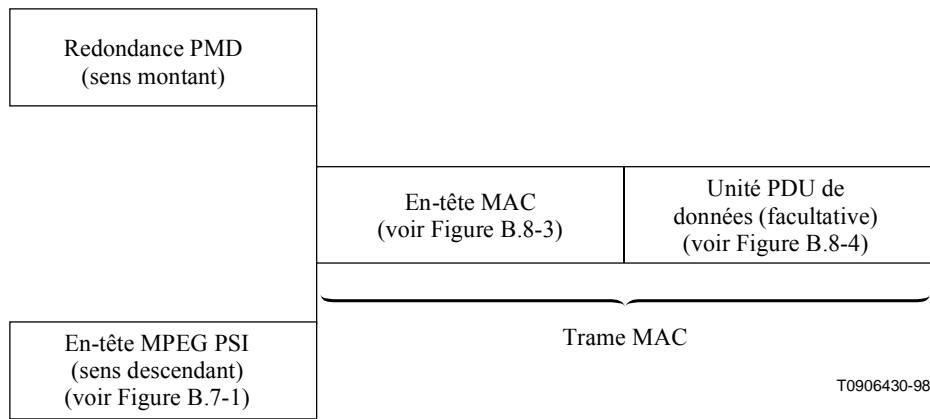
Un certain nombre de champs sont définis comme étant "pour utilisation future" ou "réservés" dans les diverses trames MAC décrites dans l'Annexe B. Ces champs ne DOIVENT PAS être interprétés ou utilisés de quelque manière que ce soit dans la présente version (1.1) du protocole MAC.

### **B.8.2 Format des trames de commande MAC**

#### **B.8.2.1 Format générique des trames de commande MAC**

Une trame MAC est l'unité fondamentale de transfert entre sous-couches MAC dans le système CMTS et le modem câble. La même structure de base est utilisée dans le sens amont et dans le sens aval. 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 sous-couches MAC homologues. Ceci ne doit pas être confondu avec le terme "verrouillage de trames" qui indique une certaine relation de synchronisation fixe.

Trois régions distinctes doivent être considérées, comme illustré à la Figure B.8-1. Avant la trame MAC il y a soit un surdébit de sous-couche PMD (dans le sens amont) soit un en-tête de convergence de transmission MPEG (dans le sens aval). La première partie de la trame MAC est l'en-tête MAC. L'en-tête MAC identifie de manière univoque 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.



**Figure B.8-1/J.112 – Format générique de trame de commande MAC**

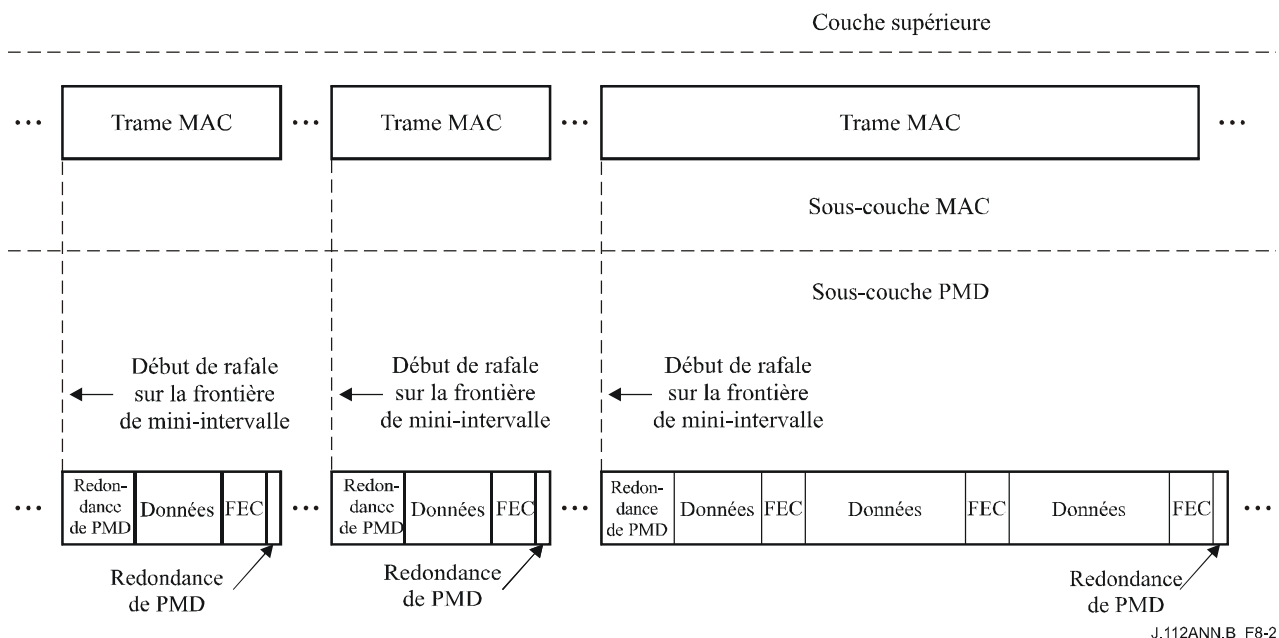
### B.8.2.1.1 Surdébit de sous-couche PMD

Dans le sens amont, 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 surdébit, de manière à en tenir compte lors du procédé d'attribution de largeur de bande. Des informations plus détaillées sont fournies dans le § B.6.

Le surdébit de FEC est réparti dans toute la trame MAC et est supposé transparent pour le flux de données MAC. Il n'est pas nécessaire que la sous-couche MAC soit capable de tenir compte du surdébit pendant l'attribution de largeur de bande. On trouvera des renseignements complémentaires au § B.9.1.

### B.8.2.1.2 Transport des trames de commande MAC

Le transport de trames MAC par la sous-couche PMD pour canaux amont est illustré à la Figure B.8-2.



**Figure B.8-2/J.112 – Convergence MAC/PMD dans le sens amont**

La structuration en couche des trames MAC dans le canal aval telle que définie par le groupe MPEG est décrite au § B.7.



### B.8.2.1.3 Séquencement 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 petit boutien" (voir Note).

NOTE – Cela s'applique uniquement au canal amont. Pour le canal aval, 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. Cet ordre est parfois appelé l'ordre "octet gros boutien".

Le présent 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.8-2, le champ FC\_TYPE occupe les deux bits de plus fort poids et le champ EHDR\_ON occupe le bit de plus faible poids.

#### B.8.2.1.3.1 Représentation des nombres négatifs

Les valeurs d'entier signé seront émises et reçues en format de complément à deux.

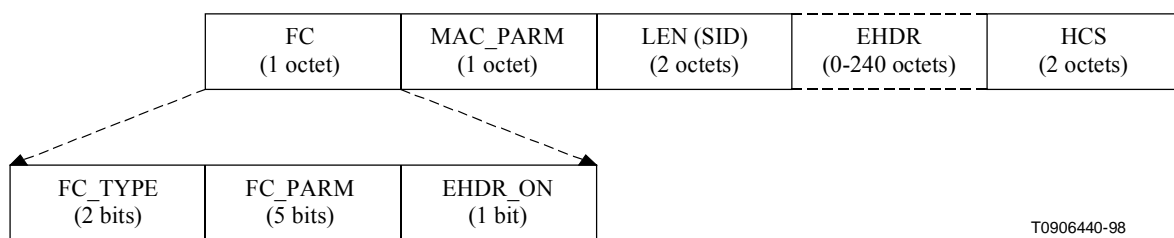
#### B.8.2.1.3.2 Champs type-longueur-valeur (TLV)

De nombreux messages de commande MAC contiennent des champs type-longueur-valeur (TLV) qui sont des listes non ordonnées de n-uplets TLV. Certaines informations TLV sont intégrées (voir Annexe B.C). La longueur de tous les champs TLV, exception faite de EH-LEN (voir au § B.8.2.6), DOIT être supérieure à zéro. Sauf indication contraire, Type compte un octet et Longueur aussi.

Au moyen de ce codage, on peut ajouter de nouveaux paramètres que certains appareils ne peuvent interpréter. Un CM ou un CMTS qui ne reconnaît pas un type de paramètre DOIT ignorer ce paramètre et NE DOIT PAS traiter l'événement comme une situation d'erreur.

#### B.8.2.1.4 Format d'en-tête de commande MAC

Le format d'en-tête MAC DOIT être celui illustré à la Figure B.8-3.



T0906440-98

Figure B.8-3/J.112 – Format d'en-tête MAC

Tous les en-têtes MAC DOIVENT avoir le format général présenté dans le Tableau B.8-1. Le champ de commande de trame (FC, *frame control*) 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, *extended header field*) FACULTATIF, plus une séquence de vérification d'en-tête (HCS, *header check sequence*) afin d'assurer l'intégrité de l'en-tête MAC.

**Tableau B.8-1/J.112 – Format générique d'en-tête MAC**

<b>Champ d'en-tête MAC</b>	<b>Utilisation</b>	<b>Taille</b>
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.8-10), utilisées pour le compteur de trame MAC compte de trames MAC  sinon (uniquement pour les demandes), indique le nombre de mini-intervalles demandés.	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'identifiant 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 contexte 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-UIT-T ( $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ ) 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 au Tableau B.8-2.

**Tableau B.8-2/J.112 – Format de champ FC**

<b>Champ FC</b>	<b>Utilisation</b>	<b>Taille</b>
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 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

Le sous-champ FC\_TYPE est constitué des deux bits de plus fort poids 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 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 = '11111'.

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, *extended header length*). 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 au § B.8.2.5.5). S'il s'agit d'un trame MAC de demande (REQ) (voir au § B.8.2.5.3), 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 le cas particulier de la trame MAC de demande, il est utilisé pour indiquer l'identifiant de service du modem câble 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 ainsi que la fragmentation et peut être étendu afin de prendre en charge des fonctions supplémentaires dans des versions à venir. Il CONVIENT que les implémentations initiales transmettent ce champ au processeur. Ceci permettra à de futures mises à jour de logiciels de bénéficier de cette capacité. (Voir au § B.8.2.6, "En-têtes MAC étendus" pour les détails.)

#### **B.8.2.1.5 Unité de données protocolaire (PDU) de données**

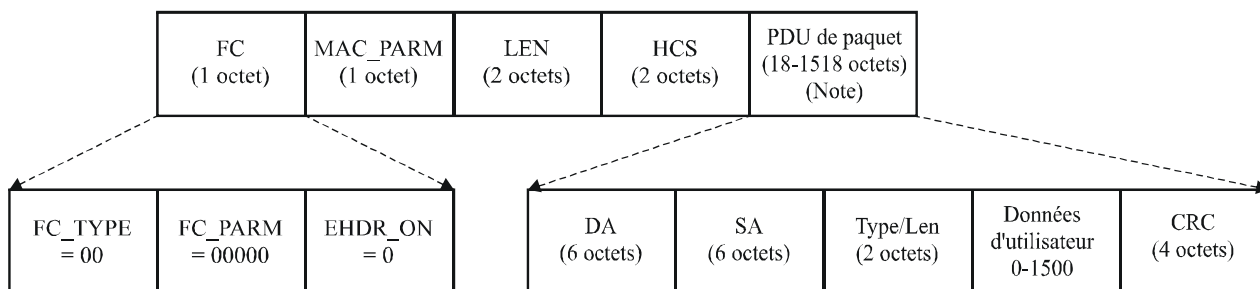
L'en-tête MAC PEUT être suivi d'une unité PDU de données. Le type et le format de l'unité PDU de données sont définis dans le champ de commande de trame de l'en-tête MAC. Le champ FC définit de manière explicite une unité PDU de données en paquet, une unité PDU de données ATM, une trame spécifique à la commande MAC et un point de code réservé (utilisé comme mécanisme échappatoire pour de futures extensions). Tous les modems câble DOIVENT utiliser la longueur de l'en-tête MAC pour sauter toute donnée réservée.

#### **B.8.2.2 Trames de commande MAC en mode paquet**

##### **B.8.2.2.1 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. Normalement, 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.8-4 et au Tableau B.8-3.

La seule exception est celle de la suppression de l'en-tête de charge utile; dans ce cas tous les octets, sauf ceux qui sont supprimés, DOIVENT être acheminés à travers le réseau, et le contrôle CRC couvre uniquement les octets effectivement transmis (voir au § B.8.2.6.3.1).



J.112ANN.B\_F8-4

NOTE – La longueur de trame est limitée à 1518 octets en l'absence d'étiquetage de groupe logique virtuel (VLAN). Les dispositifs coopérants qui implémentent l'étiquetage VLAN selon IEEE 802.1Q PEUVENT utiliser une longueur de trame jusqu'à 1522 octets.

**Figure B.8-4/J.112 – Format d'unité PDU de paquet Ethernet/802.3**

**Tableau B.8-3/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 en l'absence d'un en-tête étendu, 1 en présence d'un en-tête EHDR	8 bits
MAC_PARM	MAC_PARM = x; 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 + x; longueur en octets de l'unité PDU de paquet + longueur d'en-tête EHDR	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu s'il est présent	0-240 octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	16 octets
PDU de paquet de données	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 + x + n octets

Dans certaines circonstances (voir l'Annexe B.M), il peut être nécessaire de transmettre une trame MAC d'unité PDU de paquet sans unité PDU proprement dite. Cela se fait de telle manière que l'en-tête étendu peut être utilisé pour porter certaines informations sur l'état du flux de service. Cela pourrait se produire par suite d'une suppression PHS (voir au § B.8.2.6.3.1). Une telle trame aura la longueur de champ de l'en-tête MAC mise à la longueur de l'en-tête étendu et n'aura pas de données en paquet, et donc pas de contrôle CRC. Cela ne peut pas se produire avec des trames transmises dans le flux amont étant donné que les trames transmises dans le flux aval ont au moins les champs DA et SA de PDU de paquet.

### B.8.2.3 Trames de commande MAC de cellules ATM

Le champ FC\_TYPE 0x01 est réservé pour une définition future des trames MAC de cellule ATM. Ce champ FC\_TYPE dans l'en-tête MAC indique la présence d'une unité PDU, qui doit être discrètement mise à l'écart par les implémentations MAC de la présente version (DOCSIS 1.1) de l'Annexe B. Les implémentations conformes à la présente version 1.1 DOIVENT utiliser la longueur de champ pour omettre la PDU de données ATM.

### B.8.2.4 Trames de commande MAC d'unités PDU réservées

La sous-couche MAC fournit 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 mise à l'écart en silence par les implémentations MAC de la présente version (1.1) (DOCSIS 1.1) de l'Annexe B. Les implémentations conformes à la version 1.1 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.8-5 et dans le Tableau B.8-4.

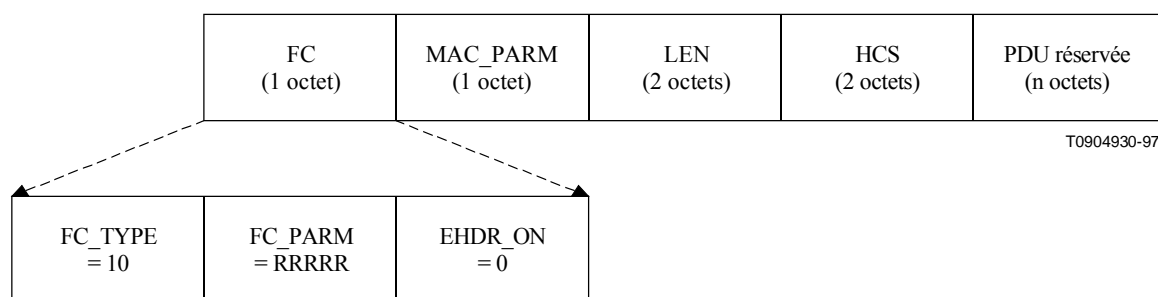


Figure B.8-5/J.112 – Format d'unité PDU réservée

Tableau B.8-4/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 en l'absence d'un en-tête étendu, 1 en présence d'un en-tête EHDR	8 bits
MAC_PARM	MAC_PARM = x; 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 + x; longueur en octets de l'unité PDU réservée + longueur d'en-tête EHDR	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu s'il est présent	0-240 octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	16 bits
Données d'utilisateur	Unité PDU de données réservée	n octets
	Longueur d'une trame MAC de PDU réservée	6 + x + n octets

### B.8.2.5 En-têtes spécifiques de commande 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 aval et l'ajustement de télémétrie/puissance dans le sens amont, la demande de largeur de bande, la fragmentation et la concaténation de plusieurs trames MAC.

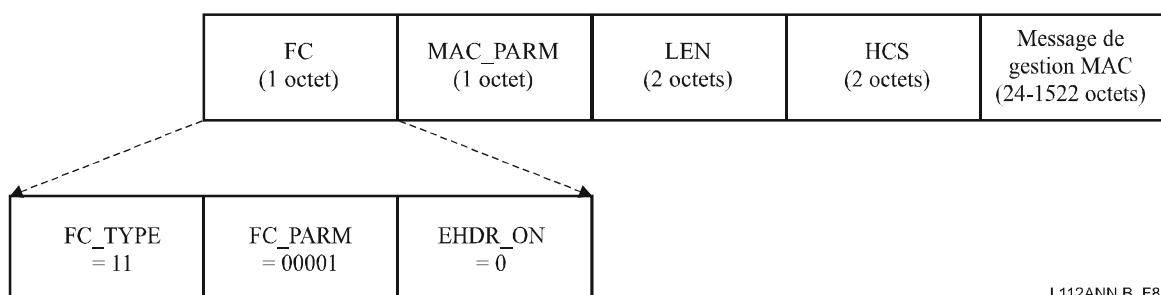
Le Tableau B.8-5 décrit l'utilisation de FC\_PARM dans l'en-tête MAC spécifique.

**Tableau B.8-5/J.112 – En-têtes et trames spécifiques de commande MAC**

FC_PARM	Type d'en-tête/trame
00000	En-tête de rythme
00001	En-tête de gestion MAC
00010	Trame de demande
00011	En-tête de fragmentation
11100	En-tête de concaténation

### B.8.2.5.1 En-tête de rythme

Un en-tête MAC spécifique est identifié afin de faciliter la synchronisation et les ajustements requis. Dans le sens aval, cet en-tête MAC DOIT être utilisé pour transporter la référence de rythme universelle par rapport à laquelle tous les modems câble sont synchronisés. Dans le sens amont, cet en-tête MAC DOIT être utilisé comme partie du message de télémétrie nécessaire aux ajustements de rythme et de puissance d'un modem câble. L'en-tête MAC de rythme est suivi d'une unité PDU de données en paquet. Le format DOIT être tel que représenté à la Figure B.8-6 et dans le Tableau B.8-6.



J.112ANN.B\_F8-6

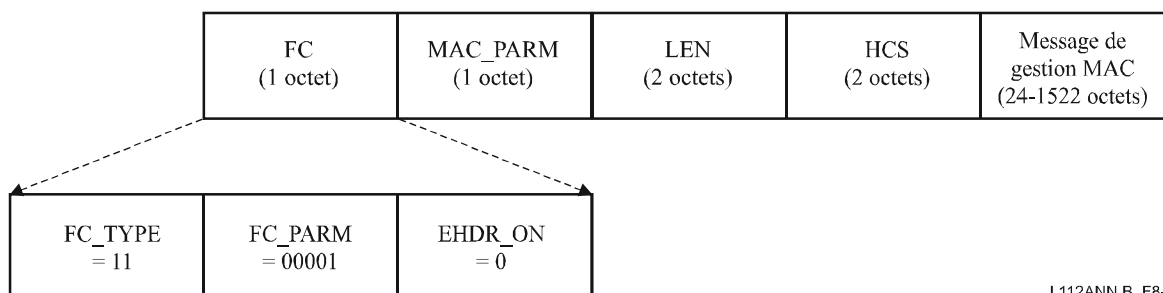
**Figure B.8-6/J.112 – En-tête de rythme MAC**

**Tableau B.8-6/J.112 – Format d'en-tête MAC de rythme**

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête MAC spécifique FC_PARM[4:0] = 00000; en-tête MAC de rythme 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 aval) RNG-REQ (uniquement dans le sens amont)	n octets
	Longueur de trame MAC de message de rythme	6 + n octets

### B.8.2.5.2 En-tête de gestion de commande MAC

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 au § B.8.3). Le format DOIT être tel que représenté à la Figure B.8-7 et dans le Tableau B.8-7.



J.112ANN.B\_F8-7

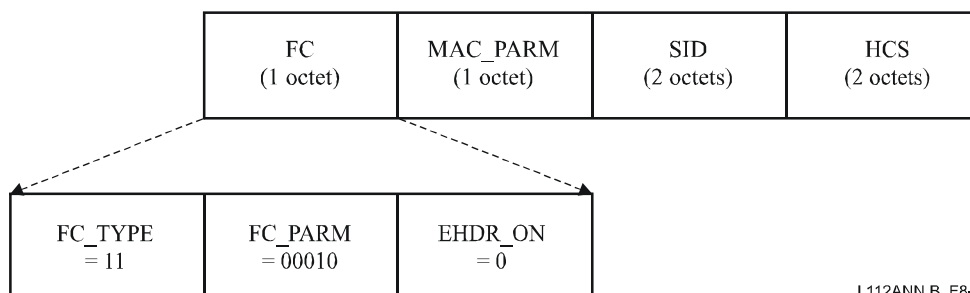
Figure B.8-7/J.112 – En-tête MAC de gestion

Tableau B.8-7/J.112 – Format d'en-tête de gestion MAC

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête MAC spécifique FC_PARM[4:0] = 00001; en-tête de gestion MAC EHDR_ON = 0 en l'absence d'un en-tête étendu, 1 en présence d'un en-tête EHDR	8 bits
MAC_PARM	MAC_PARM = x; 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 + x; longueur en octets du message de gestion MAC + longueur d'en-tête EHDR	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu s'il est présent	0-240 octets
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	16 bits
Données en paquet	Message de gestion MAC	n octets
	Longueur de trame MAC de paquet	6 + x + n octets

### B.8.2.5.3 Trame de demande

La trame de demande est le mécanisme fondamental qu'utilise un modem câble pour faire une demande de largeur de bande. En tant que tel, il ne s'applique que dans le sens amont. Aucune unité PDU de données ne DOIT suivre la trame de demande. Le format général de la demande DOIT être tel que représenté à la Figure B.8-8 dans le Tableau B.8-8.



J.112ANN.B\_F8-8

Figure B.8-8/J.112 – Format de trame de demande

**Tableau B.8-8/J.112 – Format de trame de demande (REQ)**

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête MAC spécifique FC_PARM[4:0] = 00010; en-tête MAC uniquement; suivi d'aucune unité PDU de données mini-intervalle EHDR_ON = 0; aucun en-tête EHDR autorisé	8 bits
MAC_PARM	REQ, nombre total de mini-intervalles demandé	8 bits
SID	Identifiant de service (0...0x1FFF)	16 bits
EHDR	En-tête MAC étendu non autorisé	0 octet
HCS	Séquence de vérification d'en-tête MAC	2 octets
	Longueur d'une trame MAC de demande	6 octets

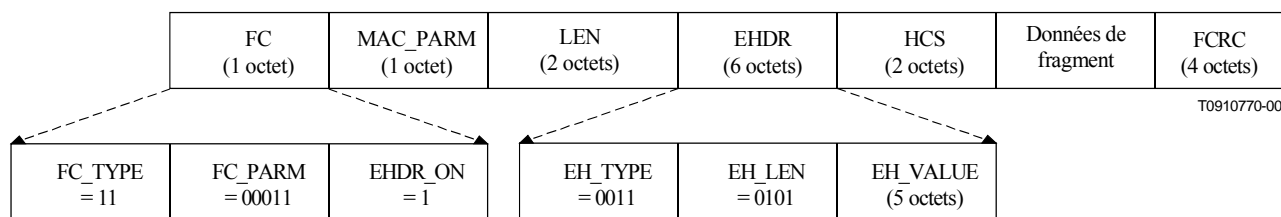
Etant donné que la trame de demande n'est pas suivie d'une unité PDU de données, le champ LEN n'est pas nécessaire. Le champ LEN DOIT être remplacé par un SID. Le SID DOIT identifier de manière unique un flux de service particulier dans un CM donné.

La demande de largeur de bande, REQ, DOIT être spécifiée en mini-intervalles. 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.

#### B.8.2.5.4 En-tête de fragmentation

L'en-tête MAC de fragmentation offre un mécanisme de base pour scinder une grande unité PDU MAC en éléments plus petits qui sont transmis individuellement et ensuite réassemblés au niveau du système CMTS. En tant que tel, il n'est applicable que dans le flux amont. Le format général de l'en-tête MAC de fragmentation DOIT être tel qu'il est présenté dans la Figure B.8-9.

Un CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge la fragmentation. Un système CMTS conforme aux prescriptions PEUT prendre en charge la fragmentation. Pour diminuer la charge imposée au CMTS et diminuer les redondances inutiles, on NE DOIT PAS utiliser des en-têtes de fragmentation sur des trames défragmentées.



**Figure B.8-9/J.112 – Format d'en-tête MAC de fragmentation**



**Tableau B.8-9/J.112 – Format de trame MAC de fragmentation (FRAG)**

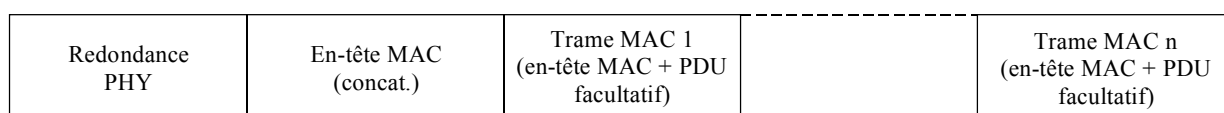
Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête MAC spécifique FC_PARM[4:0] = 00011; en-tête MAC de fragmentation EHDR_ON = 1; en-tête EHDR de fragmentation suit	8 bits
MAC_PARM	ELEN = 6 octets; longueur d'en-tête EHDR de fragmentation	8 bits
LEN	LEN = longueur de charge utile fragment + longueur EHDR + longueur contrôle FCRC	16 bits
EHDR	Voir au § B.8.2.6.2	6 octets
HCS	Séquence de contrôle d'en-tête MAC	2 octets
Données de fragment	Charge utile de fragment; élément du PDU MAC total en cours d'envoi	n octets
Contrôle FCRC	CRC – CRC 32 bits sur charge utile de données de fragment (défini dans Ethernet/ [ISO/CEI 8802-3])	4 octets
	Longueur d'une trame de fragment MAC	16 + n octets

**B.8.2.5.5 En-tête de 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 (voir Note) et l'en-tête MAC de concaténation n'ont lieu qu'une fois. La concaténation de plusieurs trames MAC doit se faire de la manière représentée à la Figure B.8-10. La concaténation de plusieurs trames MAC est la seule méthode par laquelle le CM peut transmettre plus d'une trame MAC dans une seule opportunité de transmission.

NOTE – Ceci inclut le préambule, la durée de garde et éventuellement des octets zéro de remplissage dans le dernier mot code. La redondance de FEC se répète pour chaque codet.

Un CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge la concaténation, un système CMTS conforme aux prescriptions PEUT prendre en charge la concaténation. La concaténation ne s'applique qu'au trafic amont. Elle ne DOIT PAS être utilisée dans le trafic aval.



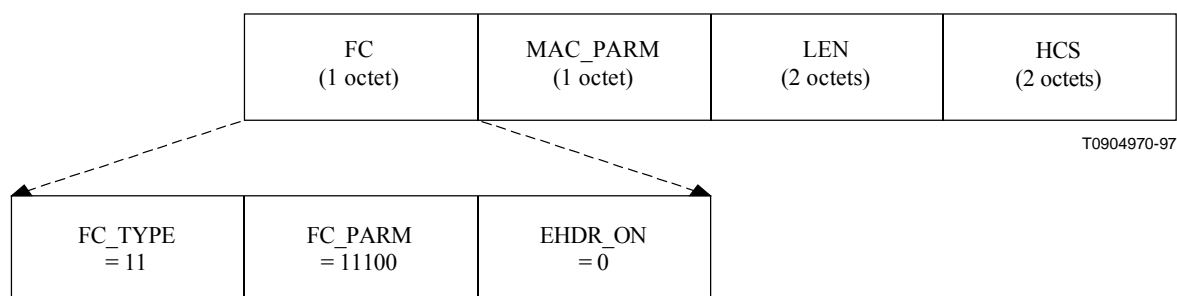
T0906030-97

**Figure B.8-10/J.112 – Concaténation de plusieurs trames MAC**

Il ne DOIT y avoir qu'un seul en-tête MAC de concaténation par "rafale" MAC. Les 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 paquets et des trames spécifiques MAC PEUVENT être combinées. Toutefois, toutes les trames d'une concaténation DOIVENT être attribuées au même flux de service. Si le système CMTS prend en charge la concaténation, il DOIT accepter les concaténations contenant plusieurs types de trame, y compris des trames paquet et des trames MAC spécifiques.

Les trames MAC incorporées 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.8-11 et dans le Tableau B.8-10.



**Figure B.8-11/J.112 – Format d'en-tête MAC de concaténation**

**Tableau B.8-10/J.112 – Format de trame MAC concaténée**

Champ	Utilisation	Taille
FC	FC_TYPE = 11; en-tête MAC spécifique 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

Le champ MAC\_PARM de l'en-tête MAC de concaténation indique le nombre total de trames MAC et non la longueur d'en-tête EHDR ou le nombre d'indicateurs REQ comme c'est le cas dans d'autres en-têtes MAC. Si le champ est différent de zéro, il DOIT indiquer le nombre total de trames MAC (CNT) dans cette rafale de concaténation.

### B.8.2.6 En-têtes de commande MAC étendus

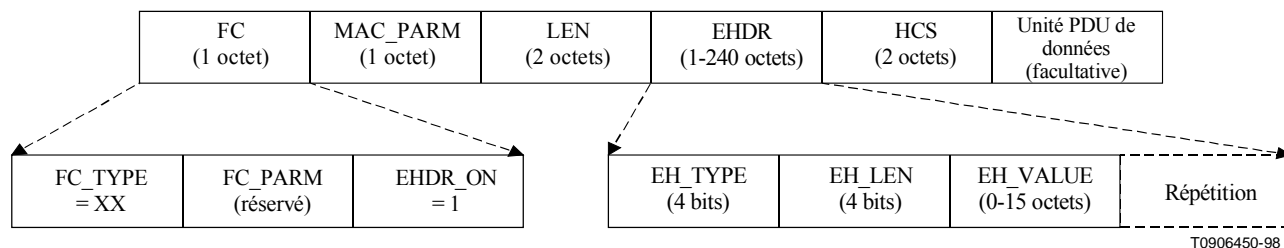
Chaque en-tête MAC, à l'exception de l'en-tête MAC de rythme, de l'en-tête MAC de concaténation et de la trame de demande, a la capacité de définir un champ d'en-tête étendu (EHDR). La présence d'un champ EHDR DOIT être indiquée par un indicateur EHDR\_ON établi dans le champ FC. Chaque fois que ce bit est activé, le champ MAC\_PARM DOIT être utilisé comme longueur d'en-tête EHDR (ELEN, *EHDR length*). 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.8-12 et dans le Tableau B.8-11.

NOTE – Les en-têtes étendus NE DOIVENT PAS être utilisés dans un en-tête MAC d'enchaînement, mais ils PEUVENT être inclus au titre des en-têtes MAC au sein de l'enchaînement.

Les en-têtes étendus NE DOIVENT PAS être utilisés dans les en-têtes MAC de trames de demande et de synchronisation.



**Figure B.8-12/J.112 – Format MAC étendu**

**Tableau B.8-11/J.112 – Format d'en-tête étendu (exemple)**

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.8-12.

**Tableau B.8-12/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.8-13 DOIVENT être pris en charge. Les types réservés et étendus sont, à ce niveau, non définis et ils DOIVENT être ignorés.

Les dix premiers types d'élément d'en-tête EH sont destinés au transfert unidirectionnel entre le modem câble et le CMTS. Les cinq 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 aux éléments 10-14 de l'en-tête EHDR dans le sens amont DOIVENT également être attachées lorsque ces informations sont transmises dans un domaine de sous-couche MAC. 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.8-13.

**Tableau B.8-13/J.112 – Types 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 confidentialité amont [UIT-T J.125]
	5	Sécurisation dans le sens amont avec élément EH de fragmentation, [UIT-T J.125] (voir au § B.8.2.7)
4 (= BP_DOWN)	4	Élément EH de confidentialité aval [UIT-T J.125]
5	1	Élément EH de flux de service; en-tête de suppression d'en-tête de charge utile dans le sens aval
6	1	Élément EH de flux de service; en-tête de suppression d'en-tête de charge utile dans le sens amont
	2	Élément EH de flux de service; en-tête de suppression d'en-tête de charge utile (1 octet), en-tête de synchronisation d'attribution non sollicitée (1 octet)
7-9		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)
NOTE – Une confidentialité dans le sens amont avec élément EH de fragmentation DOIT uniquement se produire dans un en-tête MAC spécifique (voir au § B.8.2.5.4).		

#### **B.8.2.6.1 Demandes de portage**

On peut utiliser plusieurs en-têtes étendus pour demander de la largeur de bande pour les transmissions suivantes. Ces demandes, génériquement appelées "demandes de portage", sont extrêmement utiles au niveau des performances étant donné qu'elles ne sont pas sujettes aux conflits comme c'est généralement le cas des trames de demande (voir au § B.9.4).

Les demandes de largeur de bande additionnelle peuvent être introduites dans les éléments demande, confidentialité amont et confidentialité amont avec en-tête étendu de fragmentation.

#### **B.8.2.6.2 En-tête étendu de fragmentation**

Les paquets fragmentés utilisent une combinaison d'en-tête MAC de fragmentation et une version modifiée d'en-tête étendu de confidentialité amont. Le paragraphe B.8.2.5.4 décrit l'en-tête MAC de fragmentation. L'en-tête étendu de confidentialité amont avec fragmentation, également appelé en-tête étendu de fragmentation, DOIT être conforme aux indications du Tableau B.8-14.

**Tableau B.8-14/J.112 – Format d'en-tête étendu de fragmentation**

Champs d'élément EH	Utilisation	Taille
EH_TYPE	Elément EH de confidentialité amont = 3	4 bits
EH_LEN	Longueur de EH_VALUE = 5	4 bits
EH_VALUE	Key_seq; même que dans BP_UP	4 bits
	Ver = 1; le numéro de version pour cet en-tête EHDR	4 bits
	BPI_ENABLE si BPI_ENABLE = 0, BPI désactivé si BPI_ENABLE = 1, BPI activé	1 bit
	Bit inverseur; même que dans BP_UP (voir [UIT-T J.125])	1 bit
	SID; identifiant de service associé à ce fragment	14 bits
	REQ; nombre de mini-intervalles pour une demande de portage	8 bits
	Réservé; DOIT être mis à zéro	2 bits
	First_Frag; mis à 1 pour le premier fragment seulement	1 bit
	Last_Frag; mis à 1 pour le dernier fragment seulement	1 bit
	Frag_seq; nombre de séquences de fragment, incrémenté pour chaque fragment.	4 bits

### **B.8.2.6.3 En-tête étendu de flux de service**

L'élément d'en-tête étendu de flux de service est utilisé pour améliorer les opérations de flux de service. Il peut être formé de un ou de deux octets dans le champ EH\_VALUE. L'en-tête de suppression d'en-tête de charge utile est le seul octet d'un champ à un octet ou le premier octet d'un champ à deux octets. L'en-tête de synchronisation d'attribution non sollicitée est le deuxième octet d'un champ à deux octets.

#### **B.8.2.6.3.1 En-tête de suppression d'en-tête de charge utile**

Dans la suppression d'en-tête de charge utile (PHS, *payload header suppression*), une partie répétitive des en-têtes de charge utile suivant la séquence HCS est supprimée par l'entité d'émission et rétablie par l'entité de réception. Dans le flux amont, l'entité d'émission est le modem câble et l'entité de réception est le système CMTS. Dans le flux aval, l'entité d'émission est le système CMTS et l'entité de réception est le modem câble.

Dans le cas des petites charges utiles, la suppression d'en-tête de charge utile améliore l'efficacité de la bande passante sans avoir recours à la compression. La suppression d'en-tête de charge utile peut être effectuée séparément dans le flux amont et le flux aval; elle est signalée par un élément d'en-tête étendu.

Un CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge la suppression d'en-tête de charge utile. Un CMTS conforme aux prescriptions PEUT prendre en charge la suppression d'en-tête de charge utile.

Cela ne sous-entend pas que le CM doit être capable de déterminer le moment auquel il y a lieu d'invoquer la suppression d'en-tête de charge utile. La prise en charge de celle-ci est uniquement nécessaire pour les cas signalés explicitement.

Le sous-élément d'en-tête étendu de suppression d'en-tête de charge utile a le format présenté dans le Tableau B.8-15.

**Tableau B.8-15/J.112 – Format de sous-élément EHDR  
de suppression d'en-tête de charge utile**

Champs d'élément EH	Utilisation		Taille
EH_TYPE	EH_TYPE de flux de service = 5 pour flux aval et 6 pour flux amont		4 bits
EH_LEN	Longueur de EH_VALUE = 1		4 bits
EH_VALUE	0	Indique l'absence de suppression d'en-tête de charge utile sur le paquet en vigueur.	8 bits
	1-255	Indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI).	

L'indice de suppression d'en-tête de charge utile est unique dans chaque identifiant SID du flux amont et unique dans chaque CM de flux aval. La suppression d'en-tête de charge utile est désactivée si cet élément d'en-tête étendu est omis ou, s'il est inclus, avec la valeur PHSI mise à zéro. L'indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI, *payload header suppression index*) se réfère à la chaîne d'octets supprimés connue en tant que champ de suppression d'en-tête de charge utile (PHSF, *payload header suppression field*).

NOTE – Si la signalisation PHS permet jusqu'à 255 règles de suppression d'en-tête de charge utile par flux de service, le nombre exact de règles PHS prises en charge par flux de service dépend de l'implémentation. D'une manière analogue, la signalisation PHS permet des tailles de PHS atteignant 255 octets, mais la taille de PHS maximale prise en charge dépend de l'implémentation. Pour des besoins d'interopérabilité, la taille de PHS minimale qui DOIT être prise en charge est de 64 octets pour toute règle PHS prise en charge. Comme c'est le cas pour tout autre paramètre dans une demande dynamique de service, une demande DSx liée à la suppression PHS PEUT être refusée pour manque de ressources.

Le champ de suppression de flux amont DOIT commencer par le premier octet suivant le total de contrôle d'en-tête MAC. Le champ de suppression de flux aval DOIT commencer par le treizième octet suivant le total de contrôle d'en-tête MAC. Cela permet aux SA et DA Ethernet d'être présents pour filtration par le CM.

Le fonctionnement de la confidentialité de base (voir [UIT-T J.125]) n'est pas touché par l'utilisation de la suppression PHS. Si la fragmentation est inactive, la confidentialité de base commence le cryptage et le décryptage au treizième octet suivant le total de contrôle d'en-tête MAC.

A moins que l'ensemble de l'unité PDU de paquet soit supprimé, le contrôle CRC d'unité PDU de paquet est toujours transmis et DOIT être calculé seulement sur les octets transmis. Les octets qui sont supprimés NE DOIVENT PAS être inclus dans le calcul du contrôle CRC.

#### **B.8.2.6.3.2 En-tête de synchronisation d'attribution non sollicitée**

L'en-tête de synchronisation d'attribution non sollicitée PEUT être utilisé pour acheminer des informations d'état relatives à l'organisation de flux de service entre CM et CMTS. Actuellement il n'est défini que pour son utilisation dans le flux amont pour l'attribution non sollicitée et pour l'attribution non sollicitée avec services d'organisation de détection d'activité (voir au § B.10.2).

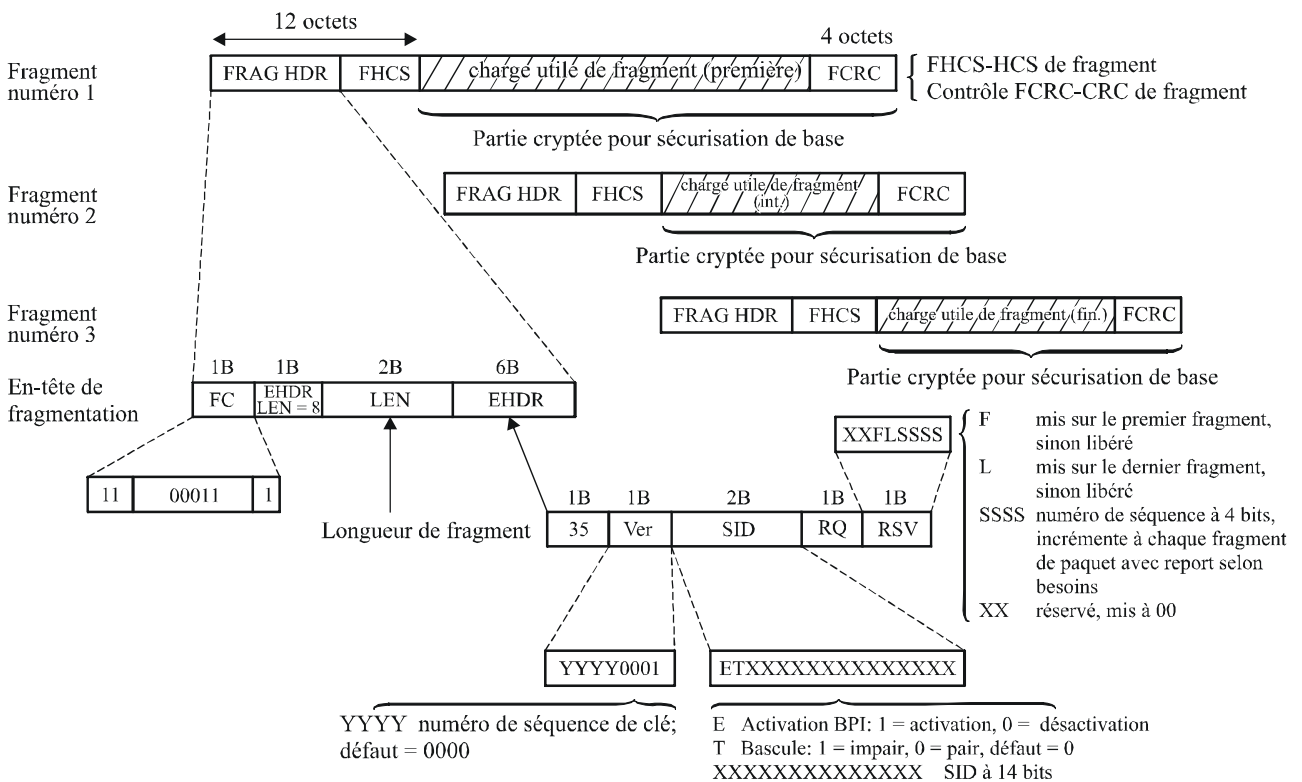
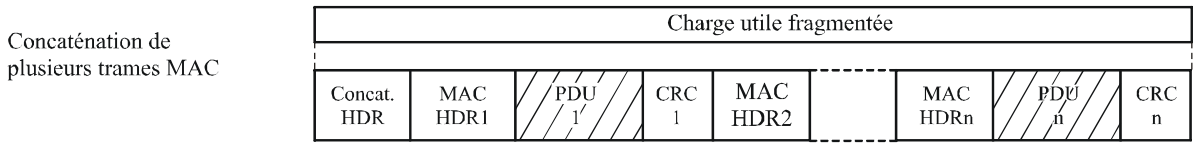
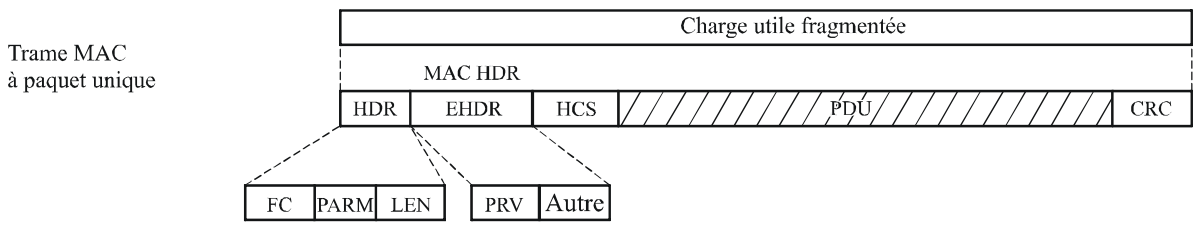
Cet en-tête étendu est analogue à l'en-tête EHDR de suppression de charge utile à cela près que EH\_LEN est 2 et que EH\_VALUE a un octet additionnel qui contient des informations relatives à la synchronisation d'attribution non sollicitée (voir Tableau B.8-16). Pour tous les autres types d'organisation de flux de service, le champ NE DOIT PAS être inclus dans l'élément d'en-tête étendu généré par le CM. Le CMTS PEUT ignorer ce champ.

**Tableau B.8-16/J.112 – Format de sous-élément EHDR  
de synchronisation d'attribution non sollicitée**

<b>Champs d'élément EH</b>	<b>Utilisation</b>		<b>Taille</b>
EH_TYPE	EH_TYPE de flux de service = 6		4 bits
EH_LEN	Longueur de EH_VALUE = 2		4 bits
EH_VALUE	0	Indique l'absence de suppression d'en-tête de charge utile sur le paquet en vigueur	8 bits (toujours présents)
	1-255	Indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI)	
	Indicateur de file		1 bit
	Attributions non sollicitées		7 bits

### **B.8.2.7 Trames de commande MAC fragmentées**

Lorsqu'elle est activée, la fragmentation (voir la Figure B.8-13) est lancée chaque fois que la longueur octroyée est inférieure à la longueur demandée. Cela se produit généralement parce que le système CMTS choisit d'octroyer une largeur de bande moindre que celle demandée.



J.112ANN.B\_F8-13

**Figure B.8-13/J.112 – Détails de la fragmentation**

La commande MAC du CM calcule le nombre d'octets de la trame originale, y compris le surdébit, pour un en-tête de fragmentation et un contrôle CRC, qui PEUVENT être envoyés dans la bande octroyée. La commande MAC du CM produit un en-tête de fragmentation pour chaque fragment. Les trames fragmentées utilisent le type de message MAC (FC = 11). Le champ du paramètre FC est mis à (00011) pour identifier de manière unique l'en-tête de fragmentation par rapport à d'autres types de message MAC. Un champ de séquence à 4 bits est utilisé dans le dernier octet de l'en-tête étendu pour aider au réassemblage et pour détecter des fragments perdus ou manquants. Le CM sélectionne arbitrairement un numéro de séquence pour le premier fragment d'une trame (voir Note). Dès que le numéro de séquence est sélectionné pour le premier fragment, le CM DOIT incrémenter le numéro de séquence de 1 pour chaque fragment transmis de cette trame. Deux drapeaux sont associés au numéro de séquence, F et L, F étant mis de manière à indiquer le premier fragment et L le dernier. Tous deux sont mis à zéro pour les fragments intermédiaires. Le système CMTS enregistre le numéro de séquence du premier fragment (bit F activé) de chaque trame. Le



système CMTS DOIT s'assurer que le champ de séquence du fragment s'incrémente (de 1) pour chaque fragment de la trame.

NOTE – Par "trame", on entend toujours une trame avec une seule unité PDU de paquet ou une trame concaténée.

Le champ REQ de l'en-tête de fragmentation est utilisé par le protocole de fragmentation pour le premier fragment et les fragments intermédiaires (voir au § B.10.3). Pour le dernier fragment, le champ REQ est interprété comme une demande de largeur de bande pour une trame subséquente.

Les en-têtes de fragmentation ont une taille fixe et DOIVENT contenir uniquement un élément d'en-tête étendu de fragmentation. L'en-tête étendu est constitué d'un élément EH de confidentialité complété d'un octet pour que la redondance de fragment soit un nombre pair de 16 octets. Un élément EH de confidentialité est utilisé indépendamment du fait que l'en-tête de paquet original contient un élément EH de confidentialité ou non. Si la confidentialité est utilisée, les champs suivants, Version, Bit d'activation, et SID dans l'élément EH de fragment sont les mêmes que ceux de l'élément EH BP à l'intérieur de la trame MAC originale. Si la confidentialité n'est pas utilisée, l'élément EH de confidentialité est utilisé mais le bit d'activation est retiré. L'identifiant SID utilisé dans l'élément EH de fragment DOIT correspondre à l'identifiant SID utilisé dans l'attribution partielle qui a lancé la fragmentation. Un contrôle CRC indépendant DOIT être calculé pour chaque fragment (à noter que chaque charge utile de trame MAC contiendra aussi le contrôle CRC pour ce paquet). Un CRC de paquet d'un paquet réassemblé PEUT être vérifié par le CMTS même si un contrôle FCRC couvre chaque fragment.

Le système CMTS DOIT s'assurer que toute attribution fragmentaire qu'il fait est suffisamment grand pour contenir au moins 17 octets de données de couche MAC, cela pour s'assurer que l'attribution est assez grande pour accepter le surdébit de fragmentation majoré d'un octet au moins de données proprement dites. Le système CMTS peut vouloir imposer une limite encore plus élevée étant donné que les petits fragments sont particulièrement inefficaces.

Lorsque la fragmentation est active, le cryptage et le décryptage de confidentialité de base commencent par le premier octet suivant le total de contrôle de l'en-tête MAC.

#### **B.8.2.7.1 Considérations relatives aux paquets concaténés et à la fragmentation**

Les messages de gestion MAC et les unités PDU de données peuvent se présenter dans la même trame concaténée. Sans fragmentation, les messages de gestion MAC d'une trame concaténée seraient non cryptés. Toutefois, si la fragmentation est active sur la trame concaténée, l'ensemble de la trame concaténée est crypté sur la base de l'élément d'en-tête étendu de confidentialité. Cela permet à la confidentialité de base de décrypter chaque fragment sans examiner son contenu. Il va de soi que cela s'applique uniquement lorsque la confidentialité de base est activée.

Pour réaliser la synchronisation du cryptage lorsque la fragmentation, la concaténation et la confidentialité de base sont activées, un CM NE DOIT PAS concaténer des messages de gestion MAC BPKM. Cela garantit que les messages de gestion MAC BPKM sont toujours envoyés non cryptés.

#### **B.8.2.8 Traitement des erreurs**

Le réseau câblé est un environnement potentiellement rude qui peut entraîner plusieurs différentes conditions d'erreur. Le présent paragraphe, en combinaison avec le § B.11.5, décrit les procédures requises lorsque des exceptions ont lieu au niveau du verrouillage de trames 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 le canal amont. Le rétablissement du verrouillage de trames dans le canal aval est réalisé par la sous-couche de convergence de transmission MPEG. Dans le canal amont, le verrouillage de trames 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 trames dans une rafale sont par conséquent traitées en ignorant cette rafale, ce qui signifie que la reprise est impossible avant la rafale suivante.

Une seconde exception, qui s'applique uniquement dans le sens amont, a lieu lorsque le champ de longueur est erroné et que la commande MAC considère que la trame est plus longue qu'elle ne l'est réellement. La synchronisation est rétablie à l'intervalle de données valide suivant dans le sens amont.

Pour chaque transmission 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 PDU 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.8.2.8.1 Reprise sur erreur en cours de fragmentation**

Dans le cas de la fragmentation, il faut tenir compte de quelques considérations spéciales en ce qui concerne le traitement des erreurs. Chaque fragment a son propre en-tête de fragmentation comprenant une séquence HCS et son propre contrôle FCRC. Une charge utile fragmentée peut avoir d'autres en-têtes MAC et d'autres CRC. Toutefois, seule la séquence HCS de l'en-tête de fragment et le contrôle FCRC sont utilisés pour la détection des erreurs au cours du réassemblage du fragment.

Si la séquence HCS échoue pour un fragment, le CMTS DOIT mettre à l'écart ce fragment. Si la séquence HCS aboutit mais que le contrôle FCRC échoue, le CMTS DOIT écarter ce fragment mais PEUT traiter toute demande contenue dans l'en-tête de fragment. Le CMTS DEVRAIT traiter une telle demande lorsqu'il effectue la fragmentation en mode portage (voir au § B.10.3.2.2.) Cela permet au reste de la trame d'être transmis le plus rapidement possible.

Si un système CMTS effectue une fragmentation en mode d'attribution multiple (voir au § B.10.3.2.1), il DEVRAIT effectuer toutes les attributions nécessaires pour répondre à la demande originale du CM, même si un fragment est perdu ou écarté. Cela permet au reste de la trame d'être transmis le plus rapidement possible.

Si un fragment quelconque d'une trame MAC non concaténée est perdu ou mis à l'écart, le système CMTS DOIT écarter le reste de cette trame. Si un fragment d'une trame MAC concaténée est perdu ou écarté, le système CMTS PEUT acheminer toute trame de la concaténation qui a été reçue correctement ou il PEUT écarter toutes les trames de la concaténation.

Un système CMTS doit mettre fin au réassemblage des fragments si l'une des situations suivantes se produit pour un fragment quelconque d'un identifiant SID donné:

- le CMTS reçoit un fragment dont le bit L est activé;
- le CMTS reçoit un fragment dans le sens amont, autre que le premier, dont le bit F est activé;
- le CMTS reçoit une trame d'unité PDU de paquet sans en-tête de fragmentation;
- le CMTS supprime le SID pour une raison quelconque.

Par ailleurs, le CMTS PEUT achever le réassemblage des fragments en fonction de critères dépendant de l'implémentation, une temporisation de réassemblage par exemple. Lorsqu'un CMTS met fin au réassemblage des fragments il DOIT se défaire de la ou des trames réassemblées (soit par rejet, soit par transmission).

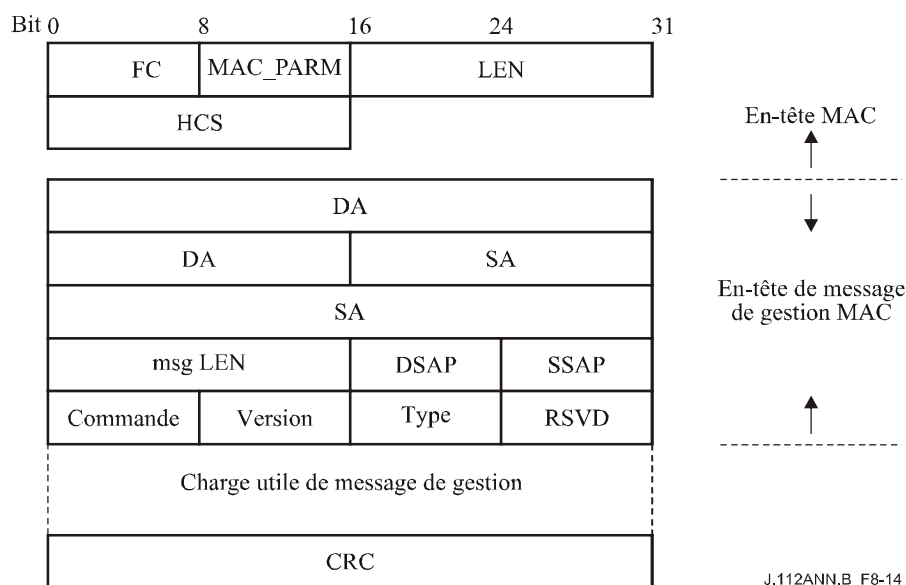
### B.8.2.8.2 Codes et messages d'erreur

L'Appendice F de SP-OSSIV1.1 [SCTE4] énumère les codes de message d'erreur de CM et CMTS. Lorsqu'ils rendent compte d'une situation d'erreur, ces codes DOIVENT être utilisés comme indiqué dans [SCTE4] et PEUVENT être utilisés pour signaler des erreurs via des interfaces spécifiques aux fournisseurs. Si des codes d'erreur sont utilisés, les messages d'erreur PEUVENT être remplacés par d'autres messages descriptifs.

### B.8.3 Messages de gestion de commande MAC

#### B.8.3.1 En-tête de message de gestion de commande 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 trames MAC de réseau câblé de la manière représentée à la Figure B.8-14. La Figure B.8-14 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.



**Figure B.8-14/J.112 – En-tête MAC et champs d'en-tête de message de gestion MAC**

Les champs DOIVENT être ceux définis ci-dessous:

**FC, MAC\_PARM, LEN, HCS:** en-tête de trame MAC commun – voir le § B.8.2.1.4 pour plus de détails. Tous les messages utilisent un en-tête MAC spécifique.

**Destination Address (DA):** les trames de gestion MAC sont adressées à une adresse en envoi individuel de CM spécifique ou à l'adresse en diffusion de groupe de gestion DOCSIS. Ces adresses de gestion MAC DOCSIS sont décrites dans l'Annexe B.A.

**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 de destination LLC (00) tel que défini dans [ISO/CEI 8802-2].

**SSAP:** point SAP zéro de source 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 et type:** 1 octet chacun. Voir Tableau B.8-17.

**Tableau B.8-17/J.112 – Types de message de gestion MAC**

Valeur de type	Version	Nom du message	Description du message
1	1	SYNC	Synchronisation
2	1	UCD	Descripteur de canal amont
3	1	MAP	Attribution de largeur de bande dans le sens amont
4	1	RNG-REQ	Demande de télémétrie
5	1	RNG-RSP	Réponse de télémétrie
6	1	REG-REQ	Demande d'inscription
7	1	REG-RSP	Réponse d'inscription
8	1	UCC-REQ	Demande de changement de canal amont
9	1	UCC-RSP	Réponse de changement de canal amont
10	1	TRI-TCD	Descripteur de canal téléphonique [DOCSIS6]
11	1	TRI-TSI	Informations de terminaison de système [DOCSIS6]
12	1	BPKM-REQ	Demande de gestion de clé de confidentialité [UIT-T J.125]
13	1	BPKM-RSP	Réponse de gestion de clé de confidentialité [UIT-T J.125]
14	2	REG-ACK	Acquittement d'inscription
15	2	DSA-REQ	Demande d'ajout dynamique de service
16	2	DSA-RSP	Réponse d'ajout dynamique de service
17	2	DSA-ACK	Acquittement d'ajout dynamique de service
18	2	DSC-REQ	Demande de changement dynamique de service
19	2	DSC-RSP	Réponse de changement dynamique de service
20	2	DSC-ACK	Acquittement de changement dynamique de service
21	2	DSD-REQ	Demande de suppression dynamique de service
22	2	DSD-RSP	Réponse de suppression dynamique de service
23	2	DCC-REQ	Demande de changement de canal dynamique
24	2	DCC-RSP	Réponse de changement de canal dynamique
25	2	DCC-ACK	Acquittement de changement de canal dynamique
26	2	DCI-REQ	Demande d'identification de classe de dispositif
27	2	DCI-RSP	Réponse d'identification de classe de dispositif
28	2	UP-DIS	Désactivation d'émetteur amont
29-255			Réservé pour utilisation future

**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.

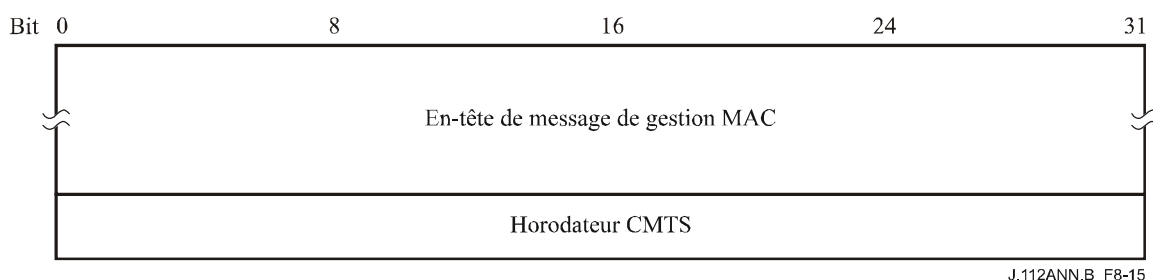
**Management Message Payload:** longueur variable. Telle que définie pour chaque message de gestion spécifique.

**CRC:** couvre le message y compris les champs d'en-tête (DA, SA, ...). Polynôme défini par [ISO/CEI 8802-3].

Un CMTS ou CM conforme aux prescriptions DOIT prendre en charge les types de message de gestion énumérés dans le Tableau B.8-17, sauf les messages spécifiques aux systèmes téléphoniques par retour, qui PEUVENT être pris en charge.

### B.8.3.2 Synchronisation (SYNC)

La synchronisation (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 avec FC\_TYPE = en-tête MAC spécifique et FC\_PARM = en-tête MAC de rythme. Celui-ci DOIT être suivi d'une unité PDU de paquet d'un format tel que celui représenté à la Figure B.8-15.



**Figure B.8-15/J.112 – Format d'une unité PDU de paquet suivant un en-tête de synchronisation**

Les paramètres doivent être ceux définis ci-dessous:

**CMTS Timestamp:** valeur d'un compteur binaire incrémentiel de 32 bits cadencé par l'horloge de référence du CMTS à 10,24 MHz.

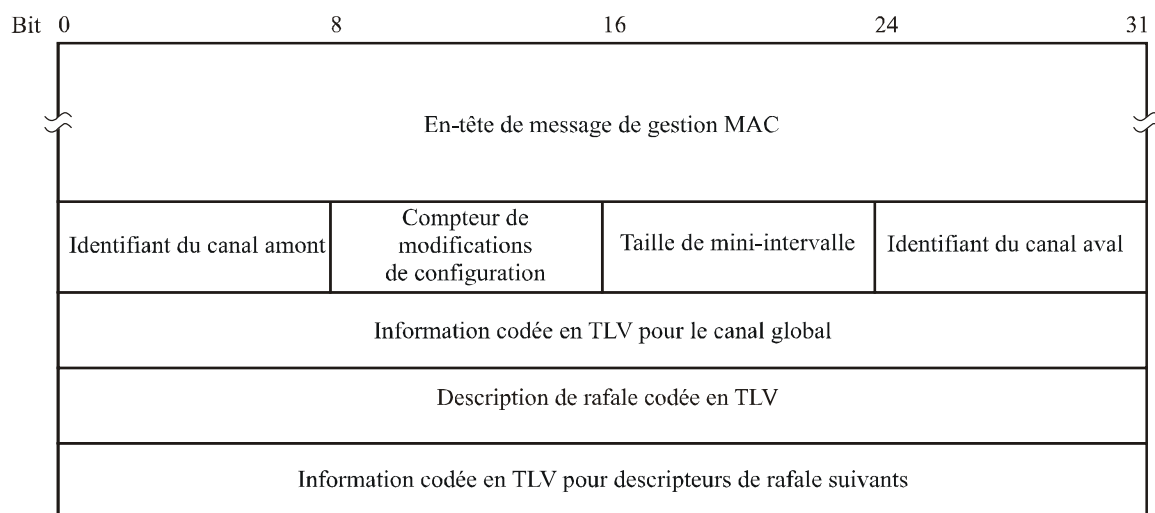
Le marqueur temporel CMTS représente l'état du comptage à l'instant où le premier octet (ou un décalage temporel fixe par rapport au premier octet) du message de gestion MAC de synchronisation est transféré de la sous-couche de convergence de transmission aval à la sous-couche dépendante du support physique aval, comme indiqué au § B.6.3.7. Le CMTS NE DOIT PAS permettre à un message SYNC de traverser une limite de paquet MPEG (voir Note).

NOTE – Etant donné que le message SYNC s'applique à toutes les canaux amont au sein de ce domaine MAC, on a préféré des unités indépendantes de la rapidité de modulation des différents canaux amont. Un top de base de temps représente le plus petit mini-intervalle possible à la rapidité de modulation la plus élevée possible. Voir au § B.9.3.4 les relations entre les unités de temps.

### B.8.3.3 Descripteur de canal amont (UCD, *upstream channel descriptor*)

Un descripteur de canal amont DOIT être transmis à intervalle périodique par le CMTS afin de définir les caractéristiques d'un canal amont (voir la Figure B.8-16). Un message séparé DOIT être transmis pour chaque canal amont actif.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de message qui suivent l'identifiant 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.



J.112ANN.B\_F8-16

**Figure B.8-16/J.112 – Descripteur de canal amont**

Un CMTS DOIT produire des descripteurs UCD ayant le format montré à la Figure B.8-16 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 canal 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 le canal amont donné, en unités de top de base de temps de 6,25  $\mu$ s. Les valeurs admissibles sont  $T = 2^M$ ,  $M = 1, \dots, 7$ , c'est-à-dire que  $T = 2, 4, 8, 16, 32, 64$  ou 128.

**Upstream Channel ID:** identifiant du canal amont à laquelle ce message se réfère. Cet identifiant est choisi de manière arbitraire par le CMTS et n'est unique que dans le domaine de sous-couche MAC.

NOTE – L'identifiant Upstream Channel ID = 0 sert à indiquer un retour téléphonique [DOCSIS6].

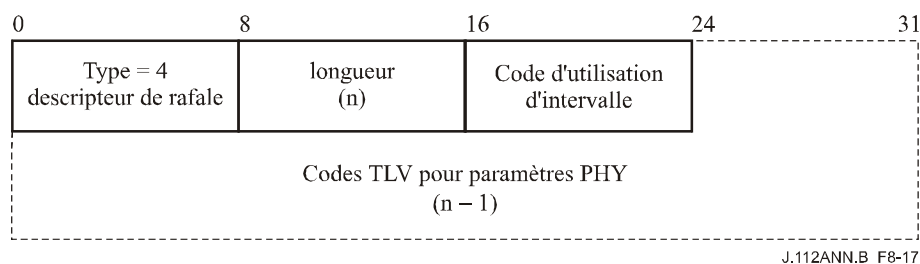
**Downstream Channel ID:** identifiant du canal aval par laquelle le message donné a été transmis. Cet identifiant est choisi de manière arbitraire par le CMTS et n'est unique que dans le domaine de sous-couche MAC.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplet TLV. Les valeurs de type utilisées DOIVENT être celles définies dans le Tableau B.8-18 pour les paramètres de canal et dans le Tableau B.8-19 pour les attributs de rafale de couche Physique dans le sens amont. Des paramètres de largeur de canal (types 1 à 3 dans le Tableau B.8-18) doivent précéder les descripteurs de rafale (type 4 ci-dessous).

**Tableau B.8-18/J.112 – Paramètres TLV de canal**

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Débit de symboles	1	1	Multiples du débit de base de 160 k Bd (la valeur est 1, 2, 4, 8 ou 16).
Fréquence	2	4	Fréquence centrale amont (Hz)
Schéma de préambule	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 de plus fort poids du premier octet du champ de valeur, et avec le huitième bit de la superchaîne de préambule en position de moindre poids 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 de plus fort poids du deuxième octet et le seizième bit du préambule de la superchaîne en position de bit de moindre poids du même octet et ainsi de suite.
Descripteur de rafale	4	n	Peut apparaître plus d'une fois; décrit ci-dessous.

Les descripteurs de rafale sont composés d'un code d'utilisation d'intervalle amont, suivi des codages de TLV qui définissent, pour chaque type d'intervalle d'utilisation dans le sens amont, les caractéristiques de couche Physique qui doivent être utilisées dans cet intervalle. Les codes d'utilisation d'intervalle amont sont définis dans le message MAP (voir au § B.8.3.4 et au Tableau B.8-20). Le format du descripteur de rafale est montré à la Figure B.8-17.



J.112ANN.B\_F8-17

**Figure B.8-17/J.112 – Codage de haut niveau pour un descripteur de rafale**

Un descripteur de rafale DOIT être présent 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.8-20.

Au sein de chaque descripteur de rafale se trouve la liste non ordonnée des attributs de couche Physique, codés sous forme de valeurs de TLV. Ces attributs sont présentés dans le Tableau B.8-19.

**Tableau B.8-19/J.112 – Attributs de rafale de couche Physique dans le sens amont**

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Type de modulation	1	1	1 = QPSK, 2 = 16 QAM
Codage différentiel	2	1	1 = activé, 2 = désactivé
Longueur de préambule	3	2	Jusqu'à 1024 bits. La valeur DOIT être un nombre entier de symboles (un multiple de 2 pour QPSK et de 4 pour 16 QAM).
Décalage de valeur de préambule	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.8-18). 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 transposeur de symboles (Figure B.6-9). C'est le bit I <sub>1</sub> dans le premier symbole de la rafale (voir au § B.6.2.2.2).
Correction d'erreur directe (T)	5	1	0 à 10 octets (une valeur zéro implique qu'il n'y a pas de correction d'erreur directe. Le nombre d'octets de parité de codet est 2 × T).
Octets d'information de codet de FEC (k)	6	1	Fixe: 16 à 253 (en supposant la FEC activée) Raccourci: 16 à 253 (en supposant la FEC activée) (Pas utilisé en l'absence de FEC, T = 0).
Valeur d'initialisation d'embrouilleur	7	2	La valeur de départ de 15 bits justifiés à gauche dans le champ de deux octets. Le bit 15 est le bit de plus fort poids du premier octet, le bit de plus faible poids du second octet n'est pas utilisé. (Pas utilisé si le brouilleur est désactivé.)
Taille maximale de rafale	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 présente et supérieure à zéro quand l'intervalle est de type attribution de données courte. (Voir au § B.9.1.2.5.) Si le CMTS a besoin de limiter la longueur maximale des trames concaténées, il DEVRAIT utiliser ce réglage de configuration pour le faire.




**Tableau B.8-19/J.112 – Attributs de rafale de couche Physique dans le sens amont**

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Taille de durée de garde	9	1	Nombre de temps de symbole mesuré de la fin du dernier symbole d'une rafale au début du premier symbole du préambule d'une rafale suivant immédiatement. Dans tous les descripteurs de rafale, le CMTS DOIT choisir les paramètres de telle sorte que le nombre d'octets qui rentrent dans tout nombre valide de mini-intervalle ne soit pas modifié si la durée de garde est diminuée de 1.
Longueur du dernier codet	10	1	1 = fixe; 2 = raccourci
Marche/arrêt de l'embrouilleur	11	1	1 = marche; 2 = arrêt

**B.8.3.3.1 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.8-18.

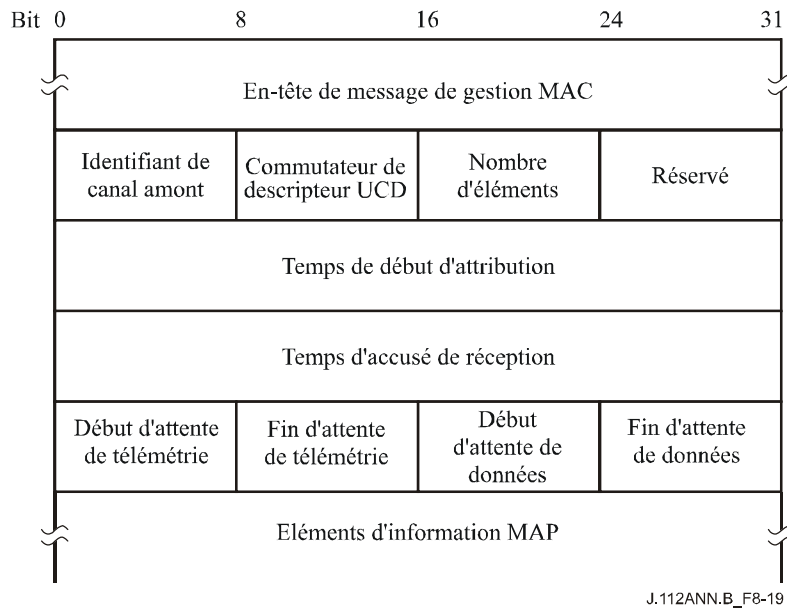
Type 1	Longueur 1	Rapidité de modulation	
Type 2	Longueur 4	Fréquence	
Type 3	Longueur 1-128	Superchaîne de préambule	
Type 4	Longueur N	Premier descripteur de rafale	
Type 4	Longueur N	Deuxième descripteur de rafale	
Type 4	Longueur N	Troisième descripteur de rafale	
Type 4	Longueur N	Quatrième descripteur de rafale	

T0910790-00

**Figure B.8-18/J.112 – Exemple de données TLV codées par le descripteur UCD**

**B.8.3.4 Tableau d'attribution de bande passante amont (MAP)**

Un CMTS DOIT produire des tableaux MAP ayant le format représenté à la Figure B.8-19.



**Figure B.8-19/J.112 – Format de message MAP**

Les paramètres DOIVENT être ceux définis ci-dessous:

**Identifiant du canal amont:** identifiant du canal amont auquel ce message se réfère.

**Compte d'UCD:** 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 d'attribution. Voir au § B.11.3.2.

**Nombre d'éléments:** nombre d'éléments d'information dans le tableau d'attribution.

**Réservé:** champ réservé pour l'alignement.

**Temps de début d'attribution:** temps de démarrage effectif mesuré à partir de l'initialisation du CMTS (en mini-intervalles) pour les attributions dans ce tableau d'attribution.

**Temps d'accusé de réception:** dernier temps, à partir de l'initialisation CMTS, (mini-intervalles) traité dans le sens amont. Ce temps est utilisé par les CM pour détecter les collisions (voir au § B.9.4).

**Début d'attente de télémétrie:** fenêtre d'attente initiale pour la concurrence de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de plus fort poids ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).

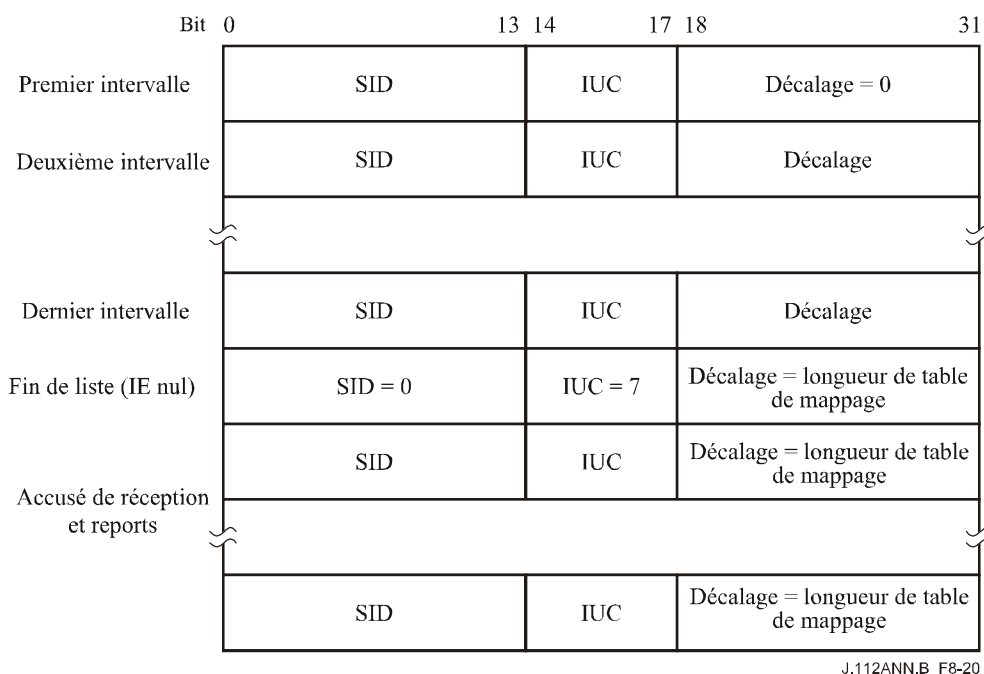
**Fin d'attente de télémétrie:** fenêtre d'attente finale pour la concurrence de télémétrie initiale, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de plus fort poids ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).

**Début d'attente de données:** fenêtre d'attente initiale réduction de puissance pour les données et les demandes en mode concurrence, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de plus fort poids ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).

**Fin d'attente de données:** fenêtre d'attente finale pour les données et les demandes en mode concurrence, exprimée comme une puissance de deux. Les valeurs s'inscrivent dans une gamme de 0 à 15 (les bits de plus fort poids ne doivent pas être utilisés et doivent être mis à 0).

**Éléments d'information MAP:** ces éléments DOIVENT avoir le format défini à la Figure B.8-20 et au Tableau B.8-20. Les valeurs des codes IUC sont définies au Tableau B.8-20 et sont décrites en détail au § B.9.1.2.

NOTE – Les (26 – M) bits les moins significatifs des champs "Alloc Start Time" et "Ack Time" DOIVENT être utilisés comme les temps MAP de démarrage et de dernier temps M étant donné par le § B.8.3.3. La relation entre les compteurs "Alloc Start Time" et "Ack Time" et le compteur d'horodatage est décrite au § B.9.4.



**Figure B.8-20/J.112 – Structure d'élément d'information MAP**

**Tableau B.8-20/J.112 – Éléments d'information (IE) de MAP d'attribution**

Nom de l'IE (Note 1)	Code d'utilisation d'intervalles (IUC) (4 bits)	Identifiant SID (14 bits)	Décalage de mini-intervalle (14 bits)
Demande	1	Quelconque	Décalage de début de la région REQ
REQ/Data (voir l'Annexe B.A la définition de multidiffusion)	2	Multidiffusion	Décalage de début de la région de données IMMEDIATE (des multidiffusions communément admises définissent les intervalles de début).
Maintenance initiale	3	Diffusion	Décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie initiale).
Maintenance de station (Note 2)	4	Monodiffusion (Note 3)	Décalage de début de la région MAINT (utilisé pour la télémétrie périodique).
Allocation de données courte (Note 4)	5	Monodiffusion	Décalage de début de l'attribution de données accordées; si la longueur inférée = 0, une attribution de données est en attente.
Allocation de données longue	6	Monodiffusion	Décalage de début d'attribution de données accordées; si la longueur inférée = 0, une attribution de données est en attente.

**Tableau B.8-20/J.112 – Eléments d'information (IE) de MAP d'attribution**

Nom de l'IE (Note 1)	Code d'utilisation d'intervalle (IUC) (4 bits)	Identifiant SID (14 bits)	Décalage de mini-intervalle (14 bits)
IE Néant	7	Zéro	Décalage de fin de l'attribution précédente. Utilisé pour limiter la longueur de la dernière attribution d'intervalles.
Ack de données	8	Monodiffusion	CMTS réglé à la longueur du MAP.
Réservé	9-14	Quelconque	Réservé
Expansion	15	Code IUC étendu	Nombre de mots de 32 bits supplémentaires dans l'élément IE donné.

NOTE 1 – Chaque élément d'information est une quantité sur 32 bits, les 14 bits les plus significatifs représentant l'identifiant SID, les 4 suivants le code IUC, et les 14 derniers le décalage de mini-intervalle.

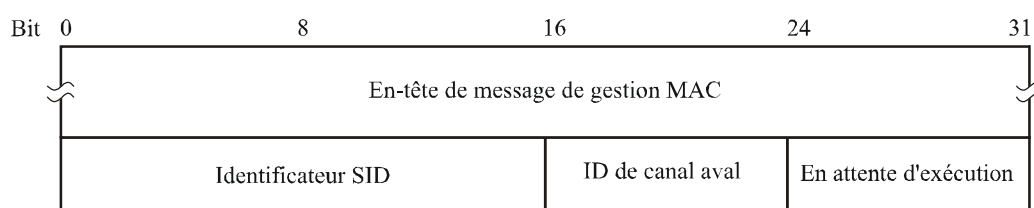
NOTE 2 – Bien que la distinction entre la maintenance initiale et la maintenance de station soit univoque pour le type d'identifiant de service, des codes différents sont utilisés afin de faciliter la configuration de la couche Physique (voir le codage de descripteur de rafale, Tableau B.8-19).

NOTE 3 – L'identifiant SID utilisé dans l'élément d'information "Maintenance de station" DOIT être un SID temporaire ou le premier (et PEUT-ÊTRE le seul) identifiant SID d'inscription qui a été assigné dans le message de réponse REG-RSP adressé à un CM.

NOTE 4 – 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 courte PEUT utiliser des paramètres de 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 de FEC.

### B.8.3.5 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 et demander des réglages de puissance. Ce message DOIT utiliser un champ FC\_TYPE = en-tête spécifique MAC et un champ FC\_PARM = en-tête MAC de synchronisation. Ceci DOIT être suivi d'une unité PDU de paquet ayant le format représenté à la Figure B.8-21.



J.112ANN.B\_F8-21

**Figure B.8-21/J.112 – Unité PDU de paquet suivant l'en-tête de synchronisation**

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

**SID:** pour les messages RNG-REQ transmis dans les intervalles de maintenance initiale:

- identifiant SID d'initialisation si le modem tente de se connecter au réseau;
- identifiant SID d'initialisation si le modem ne s'est pas encore fait enregistrer et s'il modifie les canaux amont, aval (ou à la fois amont et aval) conformément aux indications d'un fichier de paramètres téléchargé;

- identifiant SID primaire (déjà attribué dans la réponse REG-RSP) si le modem est enregistré et modifie les canaux amont.

Pour les messages RNG-REQ transmis dans les intervalles de maintenance de station:

- identifiant SID temporaire avant ou durant l'inscription;
- identifiant SID primaire après l'inscription.

Il s'agit d'un champ de 16 bits dont les 14 bits inférieurs définissent l'identifiant SID par la mise à zéro des bits 14 et 15.

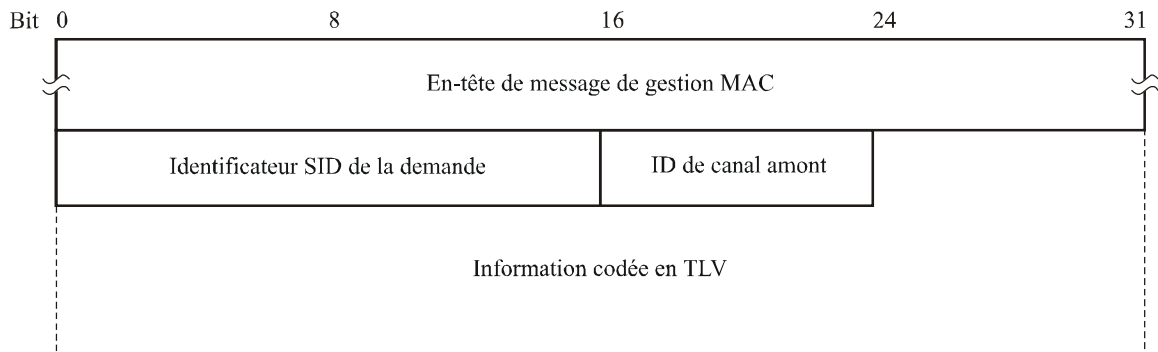
**ID de canal aval:** identifiant du canal aval par lequel le CM a reçu le descripteur UCD qui a décrit le flux amont donné. Il s'agit d'un champ de 8 bits.

**En attente jusqu'à achèvement:** 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.8.3.6 Réponse de télémétrie (RNG-RSP)

Une réponse de télémétrie DOIT être transmise par un CMTS en réponse à une demande RNG-REQ. Les machines à états décrivant la procédure de télémétrie se trouvent au § B.11.2.4. 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'identifiant de canal amont DOIVENT être codés sous la forme de type/longueur/valeur (TLV). (Voir la Figure B.8-22.)



J.112ANN.B\_F8-22

**Figure B.8-22/J.112 – Réponse de télémétrie**

Un CMTS DOIT générer des réponses de télémétrie ayant le format présenté à la Figure B.8-22, avec tous les paramètres suivants:

**SID:** si le modem est appelé par cette réponse à passer sur un canal différent, 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.

**ID de canal amont:** l'identifiant du canal amont par lequel le CMTS a reçu la demande RNG-REQ à laquelle la réponse se réfère. A la première réponse de télémétrie reçue par le CM au cours de la télémétrie initiale, cet identifiant de canal PEUT être différent de l'identifiant de canal qu'utilise le CM pour transmettre la demande de télémétrie (voir l'Annexe B.H). Donc, le CM DOIT utiliser ce

canal pour la suite de ses transactions, et non l'identifiant de canal à partir duquel il a lancé la télémétrie.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplets TLV.

**Etat de télémétrie:** utilisé afin d'indiquer si les messages dans le sens amont sont reçus par le CMTS dans des limites acceptables.

**Informations de réglage de synchronisation:** temps à utiliser pour décaler la transmission de trame de sorte que les trames arrivent au temps de mini-intervalle prévu au CMTS.

**Informations de réglage de puissance:** 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.

**Informations de réglage de fréquence:** spécifie les modifications relatives à la fréquence de transmission que le CM DOIT réaliser afin de mieux s'accorder au CMTS. (Il s'agit là d'un ajustement fin de la fréquence dans un canal et non d'une réattribution d'un canal différent.)

**Informations d'égalisation d'émetteur de CM:** ces informations fournissent les coefficients d'égalisation pour le précorrecteur.

**Outrepassement de fréquence aval:** paramètre facultatif indiquant la fréquence de canal aval à laquelle le modem DOIT refaire la télémétrie initiale (voir au § B.8.3.6.3).

**Outrepassement d'ID de canal amont:** paramètre facultatif indiquant l'identifiant du canal amont dans laquelle le modem DOIT refaire la télémétrie initiale (voir au § B.8.3.6.3).

### B.8.3.6.1 Codages

Les valeurs de type utilisées DOIVENT être celles définies dans le Tableau B.8-21 et la Figure B.8-23. Celles-ci sont uniques dans le message de réponse de télémétrie mais pas dans l'ensemble de messages MAC. Les champs type et longueur DOIVENT avoir une longueur de 1 octet chacun.

**Tableau B.8-21/J.112 – Codages de message de réponse de télémétrie**

Nom	Type (1 octet)	Longueur (1 octet)	Valeur (longueur variable)
Réglage de synchronisation	1	4	Ajustement de décalage de synchronisation TX (signé de 32 bits, unités en (6,25 µs/64))
Réglage de niveau de puissance	2	1	Ajustement de décalage de puissance TX (signé de 8 bits, unités en 1/4 dB)
Réglage de décalage de fréquence	3	2	Ajustement de décalage de fréquence TX (signé de 16 bits, unité en Hz)
Réglage d'égalisation d'émission	4	n	Données d'égalisation TX (voir détails ci-dessous)
Etat de la télémétrie	5	1	1 = continuer; 2 = abandon; 3 = succès
Outrepassement de fréquence aval	6	4	Fréquence centrale du nouveau canal aval (Hz)
Outrepassement d'ID de canal amont	7	1	Identifiant du nouveau canal amont
Réservé	8-255	n	Réservé pour utilisation future

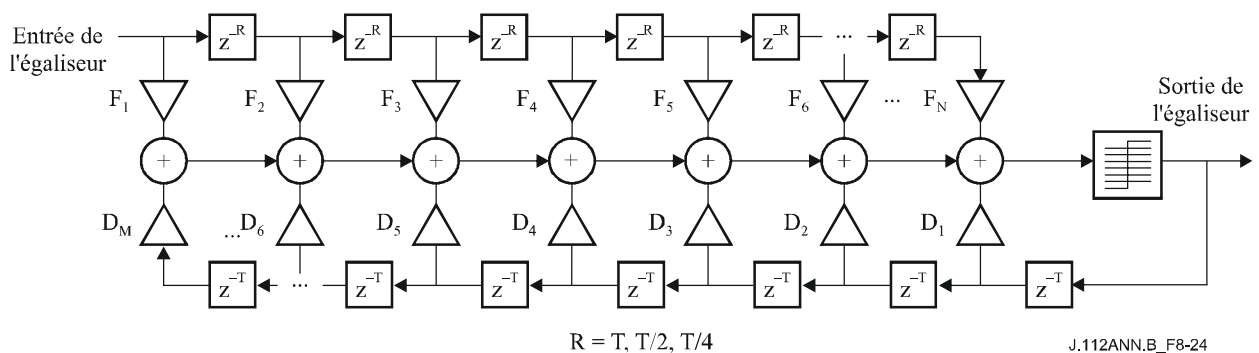
Type 4	Longueur	Emplacement principal des entrées	Nombre d'entrées par symbole
Nombre d'entrées simples (N)	Nombre d'entrées inversées (M)		
Premier coefficient $F_1$ (réel)		Premier coefficient $F_1$ (imaginaire)	
}			
Dernier coefficient $F_N$ (réel)		Dernier coefficient $F_N$ (imaginaire)	
Premier coefficient inversé $D_1$ (réel)		Premier coefficient inversé $D_1$ (imaginaire)	
}			
Dernier coefficient inversé $D_M$ (réel)		Dernier coefficient inversé $D_M$ (imaginaire)	

J.112ANN.B\_F8-23

**Figure B.8-23/J.112 – Coefficients généralisés d'égaliseur à décision rétroactive**

Le nombre d'entrées vers l'avant par symbole DOIT être de 1, 2 ou 4. L'emplacement de l'entrée principale a trait à la position de l'entrée à délai nul, entre 1 et N. Pour un égaliseur espacé par symbole, le champ du nombre d'entrées vers l'avant par symbole DOIT être à "1". Le champ du nombre d'entrées vers l'arrière (M) DOIT être mis à "0" pour une égalisation linéaire. 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 le tableau.

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. (Voir à la Figure B.8-24.)



**Figure B.8-24/J.112 – Définition des localisations de recalage de l'égalisateur de démodulateur CMTS**

### B.8.3.6.2 Exemple de données de TLV

Un exemple de données de TLV est fourni à la Figure B.8-25

Type 1	Longueur 4	Ajustement de synchronisation	
Type 2	Longueur 1	Ajustement de puissance	
Type 3	Longueur 2	Information de fréquence	
Type 4	Longueur x	x octets d'information d'égalisation d'émetteur	
Type 5	Longueur 1	Etat de télémétrie	

T0905080-97

Figure B.8-25/J.112 – Exemple de données de TLV

### B.8.3.6.3 Neutralisation de canaux avant l'inscription

Le message RNG-RSP permet au système CMTS d'appeler le modem à passer sur un nouveau canal aval ou amont et à répéter la télémétrie initiale. Le CMTS ne peut cependant faire cela qu'en réponse à une demande initiale de télémétrie issue d'un modem qui tente d'entrer dans le réseau ou en réponse à l'une quelconque des demandes de télémétrie en envoi individuel qui sont émises immédiatement après cette télémétrie initiale et cela jusqu'au moment où le modem termine normalement ses télémétries périodiques. Si un changement de fréquence de canal aval est spécifié dans le message RNG-RSP, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC (voir au § B.11.2) au moyen de la télémétrie initiale avec la fréquence centrale du canal aval spécifiée comme premier canal à explorer. Pour le canal amont, le modem peut choisir l'un quelconque des canaux valides, sur la base des messages de descripteurs UCD reçus.

Si une substitution d'identifiant de canal amont est spécifiée dans le message RNG-RSP, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC (voir au § B.11.2) au moyen de la télémétrie initiale en utilisant pour sa première tentative le canal amont spécifié dans le message RNG-RSP et la même fréquence aval que lors de la réception de ce message.

Si le message RNG-RSP contient à la fois une substitution de fréquence de canal aval et une substitution d'identifiant de canal amont, le modem DOIT réinitialiser sa sous-couche MAC (voir au § B.11.2) au moyen de la télémétrie initiale en utilisant pour sa première tentative la fréquence de canal aval et l'identifiant de canal amont spécifiés.

Noter que, lorsqu'un modem auquel un identifiant SID temporaire a été attribué est appelé à changer de canal aval ou de canal amont puis à refaire la télémétrie initiale, ce modem DOIT considérer l'identifiant SID temporaire comme ne lui étant plus attribué. Le modem DOIT refaire la télémétrie initiale en utilisant l'identifiant SID zéro.

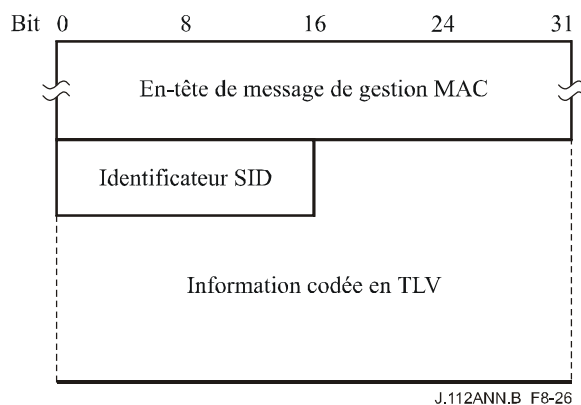
Les réglages du fichier de configuration pour l'identifiant de canal amont et la fréquence de canal aval sont facultatifs mais, si cela est spécifié dans le fichier config, ils ont priorité sur les paramètres de réponse de télémétrie. Dès que la télémétrie est terminée, seuls les mécanismes du § B.C.1.1.2, UCC-REQ et DCC-REQ sont disponibles pour faire passer le modem à un nouveau canal amont, et seuls les mécanismes du § B.C.1.1.1 et DCC-REQ sont disponibles pour faire passer le modem à un nouveau canal aval.



### B.8.3.7 Demande d'inscription (REG-REQ)

Une demande d'inscription DOIT être transmise par le CM au moment de l'initialisation après la réception d'un fichier de paramètres CM, excepté comme indiqué au § B.11.2.8 et B.11.2.9.

Afin d'assurer la flexibilité, les paramètres de messages qui suivent l'identifiant SID DOIVENT être codés sous la forme type/longueur/valeur. (Voir la Figure B.8-26.)



**Figure B.8-26/J.112 – Demande d'inscription**

Un CM DOIT générer des demandes d'inscription sous la forme montrée à la Figure B.8-26, avec les paramètres suivants:

**SID**: identifiant SID temporaire pour le CM en question.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplets TLV comme indiqué dans l'Annexe B.C.

Les demandes d'inscription peuvent contenir de nombreux paramètres TLV différents, dont certains sont réglés par le CM en fonction de son fichier de configuration et dont certains sont générés par le CM lui-même. S'ils figurent dans le fichier de configuration, les réglages de configuration ci-dessous DOIVENT être présents dans la demande d'inscription.

Réglages du fichier de configuration:

- tous les réglages de configuration inclus dans le calcul de MIC du CMTS, comme spécifié au § B.D.3.1.
- réglage de configuration de MIC du CMTS.

NOTE 1 – 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.

Le paramètre d'inscription suivant DOIT être présent dans la demande d'inscription.

Paramètre spécifique au fournisseur:

- réglage de configuration d'identifiant de fournisseur.

Le paramètre d'inscription suivant DOIT être présent dans la demande d'inscription:

- codages des capacités du modem.

NOTE 2 – Le CM DOIT spécifier toutes ses capacités de modem dans sa demande d'inscription, sous réserve des restrictions du § B.C.1.3.1. Le CMTS NE DOIT PAS présumer d'une quelconque capacité de modem qui est définie mais pas explicitement indiquée dans la demande d'inscription du CM.

Le paramètre d'inscription suivant PEUT aussi être introduit dans la demande d'inscription:

- adresse IP de modem.

Les réglages suivants NE DOIVENT PAS être transmis au CMTS dans la demande d'inscription:

- nom du fichier de mise à niveau du logiciel;
- adresse IP du serveur TFTP de mise à niveau du logiciel;
- commande d'accès en écriture du protocole SNMP;
- objet de base MIB de protocole SNMP;
- valeur de démarrage de protocole SNMPv3;
- adresse MAC Ethernet des équipements CPE;
- précis HMAC;
- réglage de configuration d'extrémité;
- réglage de configuration de complément;
- options de réglage de téléphone;
- récepteur de notification SNMPv3.

### B.8.3.8 Réponse d'inscription (REG-RSP)

Une réponse d'inscription DOIT être transmise par le CMTS en réponse à une demande REG-REQ reçue.

Pour des raisons de souplesse, les paramètres de messages qui suivent la réponse DOIVENT être codés sous la forme type/longueur/valeur. (Voir la Figure B.8-27.)

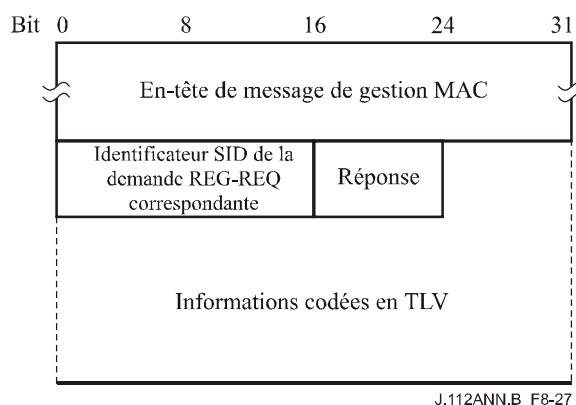


Figure B.8-27/J.112 – Format de réponse d'inscription

Un CMTS DOIT générer des réponses d'inscription sous la forme proposée à la Figure B.8-27, avec les deux paramètres suivants:

**identifiant SID de la demande REG-REQ**

Identifiant SID de la demande REG-REQ à laquelle cette réponse se réfère. (Cela agit comme un identifiant de transaction).

## Réponse

Pour une réponse REG-RSP à un modem s'inscrivant en tant que modem 1.0 (autrement dit, REG-REQ contient des codages de classe de service DOCSIS 1.0).

0 = ok

1 = échec d'authentification

2 = défaut de classe de service

Pour une réponse REG-RSP à un modem s'inscrivant en tant que modem 1.1 (autrement dit, REG-REQ contient des codages de flux de service), ce champ DOIT contenir les codes de confirmation proposés aux § B.C.4 et B.C.4.2).

NOTE 1 – Les défaillances s'appliquent à l'ensemble de la demande d'inscription. L'ensemble de l'inscription échoue si un seul flux de service demandé ou une seule classe de service DOCSIS 1.0 n'est pas valable ou n'est pas accessible.

Si la demande REG-REQ aboutit et qu'elle contient des paramètres de flux de service, des paramètres classificateurs ou des paramètres de suppression d'en-tête de charge utile, la réponse REG-RSP DOIT contenir, pour chacun d'eux:

**Paramètres classificateurs** Tous les paramètres classificateurs de la demande REG-REQ correspondante, ainsi que l'identifiant de classificateur, attribué par le CMTS.

**Paramètres de flux de service** Tous les paramètres de flux de service de la demande REG-REQ ainsi que l'identifiant de flux de service attribué par le CMTS. Chaque flux de service qui contenait un nom de classe de service qui avait été admis/activé DOIT être élargi à l'ensemble des TLV définissant le flux de service. Chaque flux de service amont qui a été admis/activé DOIT avoir un identifiant de service attribué par le CMTS. Un flux de service qui a été mis en service seulement contiendra uniquement les paramètres de QS qui figuraient dans la demande REG-REQ ainsi que l'identifiant de flux de service attribué.

**Paramètres de suppression d'en-tête de charge utile** Tous les paramètres de suppression d'en-tête de charge utile de la demande REG-REQ, ainsi que l'indice de suppression d'en-tête de charge utile attribué par le système CMTS.

Si la demande REG-REQ échoue et qu'elle contenait des paramètres de flux de service, les paramètres classificateurs ou les paramètres de suppression d'en-tête de charge utile, et que la réponse n'est pas l'un des codes d'erreur majeurs proposés au § B.C.4.2, la réponse REG-RSP DOIT contenir au moins un des éléments suivants:

**Ensemble d'erreurs de classificateur** Un ensemble d'erreurs de classificateur, une référence de classificateur identifiante et une référence de flux de service DOIVENT être présents pour au moins un classificateur défaillant dans la réponse REG-REQ. Chaque ensemble d'erreurs de classificateur DOIT comprendre au moins un paramètre classificateur défaillant spécifique du classificateur correspondant.

**Ensemble d'erreurs de flux de service** Un ensemble d'erreurs de flux de service et une référence de flux de service identifiante DOIVENT être présents pour au moins un flux de service défaillant dans la réponse REG-REQ correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de flux de service DOIT comprendre au moins un paramètre de QS défaillant spécifique du flux de service correspondant.

**Ensemble d'erreurs de suppression d'en-tête de charge utile** Un ensemble d'erreurs de PHS ainsi qu'une paire formée d'une référence de flux de service et d'une référence de classificateur identifiante DOIVENT être présents pour au moins une règle PHS défaillante dans la réponse REG-REQ correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de PHS DOIT comprendre au moins un paramètre PHS défaillant spécifique de la règle PHS défaillante correspondante.

L'expansion du nom de classe de service survient toujours au moment de l'admission. Donc, si une demande d'inscription contient une référence de flux de service et un nom de classe de service pour une admission/activation différée, la réponse d'inscription NE DOIT PAS comprendre de paramètre de QS additionnel en dehors de l'identifiant de flux de service (voir au § B.10.1.3).

Si la demande d'inscription correspondante contient des codages TLV de classe de service DOCSIS 1.0 (voir au § B.C.1.1.4), la réponse d'inscription DOIT contenir les n-uplets TLV suivants:

**Données de classe de service DOCSIS 1.0** Retour en cas de réponse positive.  
Identifiant de service/n-uplet de classe de service pour chaque classe de service octroyée.  
NOTE 2 – Les identifiants de classe de service DOIVENT être ceux demandés dans la demande REG-REQ correspondante.

**Service non disponible** Renvoyé quand la réponse est "échec de classe de service".  
Si une classe de service ne peut pas être prise en charge, ce réglage de configuration est renvoyé à la place des données de classe de service.

Tous les autres paramètres sont des TLV codés.

**Capacités du modem** La réponse du système CMTS aux capacités du modem (si présent dans la demande d'inscription).

**Données spécifiques du fournisseur** Telles que définies dans l'Annexe B.C.  
– Réglage de configuration d'identifiant de fournisseur (ID du fournisseur du CMTS)  
– Extensions spécifiques au fournisseur

#### **B.8.3.8.1 Codages**

Les valeurs de type utilisées DOIVENT être celles montrées ci-après. Elles sont uniques dans le message de réponse d'inscription mais pas dans l'ensemble de messages MAC. Les champs de type et de longueur doivent être de un octet chacun.

##### **B.8.3.8.1.1 Capacités du modem**

Ce champ définit la réponse du système CMTS au champ de capacités du modem dans la demande d'inscription. Le CMTS DOIT répondre à la capacité de modem pour indiquer si elle PEUT être utilisée. Si le CMTS ne reconnaît pas une capacité de modem, il DOIT renvoyer le TLV avec la valeur zéro ("arrêt") dans la réponse d'inscription.

Seules les capacités mises à "marche" dans la demande REG-REQ peuvent être mises à "marche" dans la réponse REG-RSP étant donné qu'il s'agit de la prise de contact indiquant que ces capacités ont été négociées avec succès. Les capacités mises à "arrêt" dans la demande REG-REQ DOIVENT aussi être mises à "arrêt" dans la réponse REG-RSP.

Les codages sont ceux définis pour la demande d'inscription.

#### **B.8.3.8.1.2 Données de classe de service DOCSIS 1.0**

Un paramètre de données de classe de service DOCSIS 1.0 DOIT être présent dans la réponse d'inscription pour chaque paramètre de classe de service DOCSIS 1.0 (voir au § B.C.1.1.4) figurant dans la demande d'inscription.

Ce codage définit les paramètres associés à une classe de service demandée. Il est parfois relativement complexe en ce sens qu'il est composé d'un certain nombre de champs de type/longueur/valeur encapsulés. Ces champs encapsulés définissent les paramètres de classe de service particuliers pour la classe de service en question. A noter que les champs de type définis ne sont valables que dans la chaîne de réglage de la configuration des données de classe de service encapsulées. Un réglage de configuration de données de classe de service unique DOIT être utilisé pour définir les paramètres d'une classe de service unique. Des définitions de classe multiple DOIVENT être utilisées pour les ensembles de réglage de configuration de données de classe de service.

Chaque paramètre de classe de service DOCSIS 1.0 reçu DOIT avoir un identifiant de classe unique dans la gamme 1 à 16. En l'absence de tout identifiant de classe pour un TLV de classe de service DOCSIS 1.0 unique dans la demande REG-REQ, le CMTS DOIT envoyer une réponse négative pour la classe de service et pas de TLV de classe de service DOCSIS 1.0.

Type	Longueur	Valeur
1	n	Données de classe de service codées

#### **Identifiant de classe**

La valeur de ce champ DOIT spécifier l'identifiant de la classe de service à laquelle s'applique la chaîne encapsulée. Il DOIT s'agir d'une classe qui était demandée dans la REG-REQ associée, si présente.

Type	Longueur	Valeur
1.1	1	Valeur de REG-REQ

#### **Gamme de validité**

L'identifiant de classe DOIT être compris dans la gamme 1 à 16.

#### **Identifiant de service**

La valeur du champ DOIT spécifier le SID associé à cette classe de service.

Type	Longueur	Valeur
1.2	2	SID

### B.8.3.9 Accusé de réception d'inscription (REG-ACK)

Un accusé de réception d'inscription DOIT être transmis par le CM en réponse à un message REG-RSP émanant du CMTS avec un code de confirmation de 0 (OK). Il confirme l'acceptation par le CM des paramètres de QS du flux tel qu'il est annoncé par le CMTS dans sa réponse REG-RSP. Le format de l'accusé de réception REG-ACK DOIT être celui de la Figure B.8-28.

NOTE – L'accusé de réception d'inscription est un message DOCSIS 1.1. Voir dans l'Annexe B.G les détails sur les questions d'interopérabilité au niveau de l'inscription.

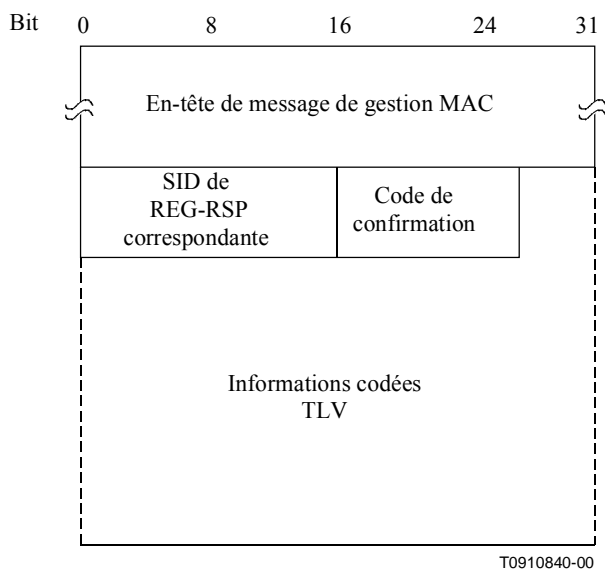


Figure B.8-28/J.112 – Accusé de réception d'inscription

Les paramètres DOIVENT se présenter de la manière suivante:

**SID de la REG-RSP correspondante** L'identifiant SID de réponse REG-RSP correspondante à laquelle correspond l'accusé de réception (fait fonction d'identifiant de transaction).

**Code de confirmation** Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour l'ensemble de la réponse d'inscription correspondante.

Il faut que le CM envoie tous les classificateurs, flux de service et règles de suppression d'en-tête de charge utile mis en service au CMTS dans la demande REG-REQ (voir au § B.8.3.7). Le CMTS les renvoie avec des identifiants, élargissant les noms de classe de service s'ils sont présents, dans la réponse REG-RSP (voir au § B.8.3.8). Etant donné que le CM ne peut pas nécessairement prendre en charge un ou plusieurs de ces éléments fournis, l'accusé de réception REG-ACK comporte des ensembles d'erreurs pour toutes les défaillances relatives à ces éléments fournis.

En cas de défaillance de l'un de ces éléments, l'accusé de réception REG-ACK DOIT contenir les ensembles d'erreurs correspondant à ces défaillances. L'identification d'ensembles d'erreurs est assurée par l'emploi de l'identifiant de flux de service et de l'identifiant de classificateur de la réponse REG-RSP correspondante. Si un identifiant de classificateur ou un identifiant SFID a été omis dans la réponse REG-RSP, le CM DOIT utiliser la référence appropriée (référence de classificateur ou référence SF) dans l'accusé de réception REG-ACK.

**Ensemble d'erreurs de Classificateur** Un ensemble d'erreurs de classificateur ainsi qu'une paire formée d'une référence/identifiant de flux de service et d'une référence/identifiant de classificateur identifiante et une paire de références/identifiants de flux de service DOIVENT être présents pour un classificateur défaillant au moins dans la réponse REG-RSP correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de classificateur DOIT contenir au moins un paramètre de classificateur défaillant spécifique du classificateur correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande/réponse REG-REQ/RSP aboutit.

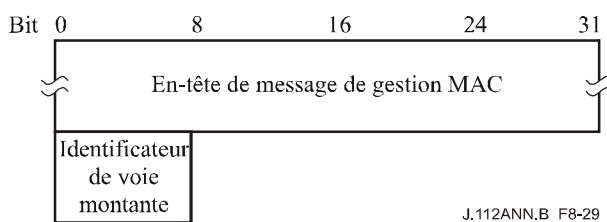
**Ensemble d'erreurs de flux de service** Un ensemble d'erreurs de flux de service du message REG-ACK code les éléments spécifiques des flux de service défaillants dans le message REG-RSP. Un ensemble d'erreurs de flux de service et une référence/identifiant de flux de service identifiante DOIVENT être présents dans au moins un paramètre de QS défaillant d'au moins un flux de service défaillant dans le message REG-RSP correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande/réponse REG-REQ/RSP aboutit.

**Ensemble d'erreurs de suppression d'en-tête de charge utile** Un ensemble d'erreurs de PHS ainsi qu'une paire identifiante référence/identifiant de flux de service, référence/identifiant de classificateur DOIVENT être présents pour au moins une règle PHS défaillante dans la réponse REG-RSP correspondante. Chaque ensemble d'erreurs PHS DOIT contenir au moins un PHS défaillant spécifique de la règle PHS défaillante. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande/réponse REG-REQ/RSP aboutit.

Un accusé de réception par flux de service est nécessaire non seulement pour la synchronisation entre le CM et le CMTS mais aussi pour prendre en charge l'utilisation du nom de classe de service (voir au § B.10.1.3). Etant donné que le CM ne connaît pas nécessairement tous les paramètres de flux de service associés à un nom de classe de service lorsqu'il fait la demande d'inscription, il faut que le CM acquitte négativement la réponse d'inscription s'il dispose de suffisamment de ressources pour prendre effectivement en charge ce flux de service.

### B.8.3.10 Demande de changement de canal amont (UCC-REQ)

Une demande de changement de canal amont PEUT être transmise par un CMTS pour changer le canal amont sur lequel est transmis un CM. Le format du message UCC-REQ est proposé à la Figure B.8-29.



**Figure B.8-29/J.112 – Demande de changement de canal amont**

Les paramètres doivent être les suivants:

**ID de canal amont** Identifiant du canal amont sur lequel le CM DOIT basculer pour les transmissions dans le sens amont. Il s'agit d'un champ de 8 bits.

### B.8.3.11 Réponse de changement de canal amont (UCC-RSP)

Une réponse de changement de canal amont DOIT être envoyée par un CM en réponse à un message demande de changement de canal amont pour indiquer qu'il a reçu l'UCC-REQ et qu'il s'y conforme. Le format du message UCC-RSP est montré à la Figure B.8-30.

Avant de basculer sur un nouveau canal amont, un CM DOIT envoyer une réponse UCC-RSP sur le canal amont qu'il utilise à ce moment. Un CM peut ignorer un message UCC-REQ pendant qu'il effectue un changement de canal. Lorsqu'un CM reçoit un message UCC-REQ lui demandant de basculer sur le canal amont qu'il utilise déjà, le CM DOIT répondre par un message UCC-RSP sur ce canal pour indiquer qu'il l'utilise déjà.

Après avoir basculé sur un nouveau canal amont, un CM DOIT recommencer une procédure de télémétrie au moyen de la télémétrie initiale de diffusion, et DOIT ensuite continuer sans refaire l'inscription. La procédure complète de changement de canal est décrite au § B.11.3.3.

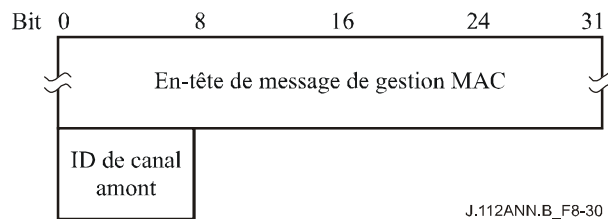


Figure B.8-30/J.112 – Réponse de changement de canal amont

Les paramètres doivent être les suivants:

**ID de canal amont** Identifiant du canal amont sur lequel le CM DOIT basculer pour les transmissions dans le sens amont. Il DOIT être le même identifiant de canal que celui spécifié dans le message UCC-REQ. Cet identifiant DOIT occuper un champ de 8 bits.

### B.8.3.12 Demande d'ajout dynamique de service (DSA-REQ)

Une demande d'ajout dynamique de service PEUT être envoyée par un CM ou un CMTS pour créer un nouveau flux de service. (Voir la Figure B.8-31.)

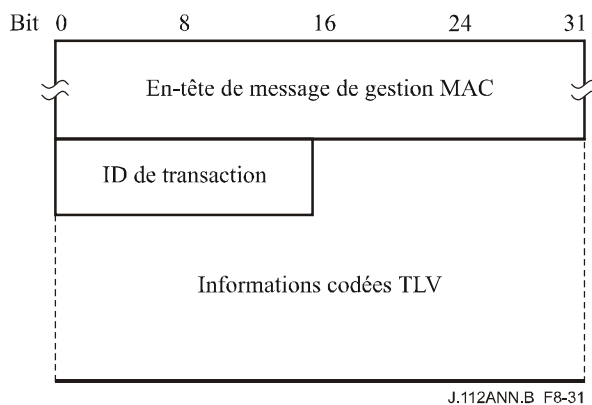


Figure B.8-31/J.112 – Demande d'ajout dynamique de service



Un CM ou un CMTS DOIT générer des messages DSA-REQ conformément aux indications de la Figure B.8-31, avec le paramètre suivant:

**ID de transaction** Identifiant unique pour cette transaction, attribuée par l'émetteur.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplets TLV comme défini dans l'Annexe B.C. Un message DSA-REQ NE DOIT PAS contenir de paramètres pour plus d'un flux de service dans chaque sens, c'est-à-dire qu'un message DSA-REQ DOIT contenir des paramètres pour un flux de service amont unique ou pour un flux de service aval unique, ou pour un flux de service amont et un flux de service aval.

Le message DSA-REQ DOIT contenir:

**Paramètres de flux de service** Spécification des caractéristiques du trafic du flux de service et besoins d'organisation.

Le message DSA-REQ PEUT contenir des paramètres classificateurs et des paramètres de suppression d'en-tête de charge utile associés au flux de service spécifié dans le message:

**Paramètres de classificateur** Spécification des règles à utiliser pour classer des paquets dans un flux de service spécifique.

**Paramètres de suppression d'en-tête de charge utile** Spécification des règles de suppression d'en-tête de charge utile à utiliser avec un classificateur associé.

Si la confidentialité est active, le message DSA-REQ DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé** Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le précis HMAC. (Voir au § B.C.1.4.3.)

**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'émetteur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service. (Voir au § B.C.1.4.1.)

#### **B.8.3.12.1 Ajout dynamique de service lancée par le modem câble**

Les demandes DSA lancées par CM DOIVENT utiliser la référence de flux de service pour lier les classificateurs aux flux de service. Les valeurs de la référence de flux de service sont locales pour le message DSA; à chaque flux de service de la demande DSA DOIT être attribuée une référence de flux de service unique. Cette valeur NE DOIT PAS être unique par rapport aux autres flux de service connus par l'émetteur.

La demande DSA lancée par CM DOIT utiliser la référence de classificateur et la référence de flux de service pour lier les paramètres de suppression d'en-tête de charge utile aux classificateurs et flux de service. Une demande DSA DOIT utiliser la référence de flux de service pour relier un classificateur au flux de service. Les valeurs de la référence de classificateur sont locales pour les messages DSA; à chaque classificateur de la demande DSA DOIT être attribuée une référence de classificateur unique.

Les demandes DSA lancées par CM PEUVENT utiliser le nom de classe de service (voir au § B.C.2.2.3.4) à la place de certains, voire tous, des paramètres de QS.

#### **B.8.3.12.2 Ajout dynamique de service lancée par CMTS**

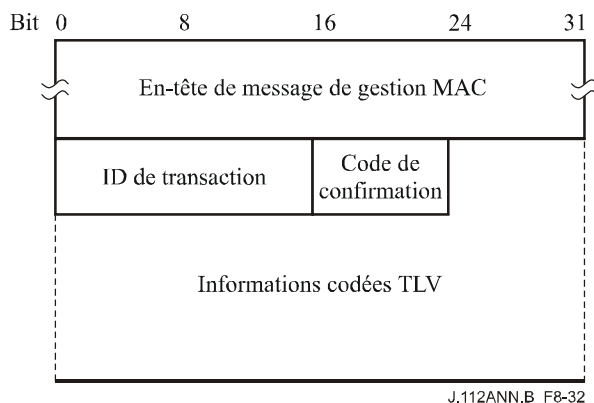
Les demandes DSA lancées par CMTS DOIVENT utiliser l'identifiant de flux de service pour établir un lien entre les classificateurs et les flux de service. Les identifiants de flux de service sont uniques dans le domaine MAC. Les demandes DSA lancées par CMTS pour des flux de service amont DOIVENT également contenir un identifiant de service.

Les demandes DSA lancées par CMTS qui contiennent des classificateurs DOIVENT attribuer un identifiant de classificateur unique à chaque flux de service.

Les demandes DSA lancées par CMTS pour des classes de service nommées DOIVENT contenir des ensembles de paramètres de QS associés à cette classe de service.

### B.8.3.13 Réponse d'ajout dynamique de service (DSA-RSP)

Une réponse d'ajout dynamique de service DOIT être générée en réponse à une demande DSA reçue. Le format d'une réponse DSA-RSP DOIT être conforme aux indications de la Figure B.8-32.



**Figure B.8-32/J.112 – Réponse d'ajout dynamique de service**

Les paramètres doivent être les suivants:

<b>ID de transaction</b>	L'identifiant de transaction de la demande DSA-REQ correspondante.
<b>Code de confirmation</b>	Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour l'ensemble de la demande DSA correspondante.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplet TLV (défini dans l'Annexe B.C).

Si la transaction aboutit, la réponse DSA-RSP PEUT contenir un ou plusieurs des éléments suivants:

<b>Paramètres de classificateur</b>	Le CMTS DOIT inclure la spécification complète du classificateur dans la réponse DSA y compris un identifiant de classificateur nouvellement attribué. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification du classificateur dans la réponse DSA.
<b>Paramètres de flux de service</b>	Le CMTS DOIT inclure la spécification complète du flux de service dans la réponse DSA y compris un identifiant de flux de service nouvellement attribué et un nom de classe de service élargi si applicable. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification du flux de service dans la réponse DSA.
<b>Paramètres de suppression d'en-tête de charge utile</b>	Le CMTS DOIT inclure la spécification complète des paramètres PHS dans la réponse DSA y compris un indice de PHS nouvellement attribué, un identifiant de classificateur et un identifiant de flux de service. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification des paramètres de PHS.

**Ensemble d'erreurs de flux de service**

Un ensemble d'erreurs de flux de service et une référence/identifiant de flux de service identifiante DOIVENT être présents pour au moins un flux de service défaillant dans la demande DSA correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de flux de service DOIT contenir au moins un paramètre de QS défaillant spécifique du flux de service correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSA aboutit.

Si la transaction échoue du fait des paramètres de flux de service, des paramètres de classificateur, ou des paramètres de suppression d'en-tête de charge utile, et si le code de confirmation n'est pas l'un des principaux codes d'erreur dont il est question au § B.C.4.2, la réponse DSA DOIT contenir au moins l'un des éléments suivants:

**Ensemble d'erreurs de classificateur** Un ensemble d'erreurs de classificateur et une paire identifiante référence/identifiant de classificateur, référence/identifiant de flux de service DOIVENT être inclus pour au moins un classificateur défaillant dans la demande DSA correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de classificateur DOIT contenir au moins un paramètre classificateur défaillant du flux de service correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSA réussit.

**Ensemble d'erreurs de suppression d'en-tête de charge utile** Un ensemble d'erreurs PHS ainsi qu'une paire identifiante référence/identifiant de flux de service, référence/identifiant de classificateur DOIVENT être inclus pour au moins une règle PHS défaillante dans la demande DSA correspondante. Chaque ensemble d'erreurs PHS DOIT inclure au moins un paramètre PHS défaillant spécifique de la règle PHS défaillante correspondante. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSA-REQ réussit.

Si la confidentialité est activée, le message DSA-RSP DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé** Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le précis HMAC (voir au § B.C.1.4.3).

**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'émetteur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service (voir au § B.C.1.4.1).

**B.8.3.13.1 Ajout dynamique de service lancé par CM**

La réponse à la demande DSA lancée par CMTS pour des flux de service qui ont été ajoutés avec succès DOIT contenir un identifiant de flux de service. La réponse DSA pour des ensembles de paramètres de QS amont admis ou actifs DOIT également contenir un identifiant de service.

Si la demande DSA correspondante utilise le nom de classe de service (voir au § B.C.2.2.3.4) pour demander l'ajout d'un service, une réponse DSA DOIT contenir l'ensemble de paramètres de QS associé à la classe de service nommée. Si le nom de classe de service est utilisé en combinaison avec d'autres paramètres de QS dans la demande DSA, le CMTS DOIT accepter ou refuser la demande DSA en utilisant les paramètres de QS explicites dans la demande DSA. Si ces codages de flux de service sont en conflit avec les attributs de classe de service, le CMTS DOIT utiliser les valeurs de la demande DSA à la place de celles de la classe de service.

Si la transaction réussit, le CMTS DOIT attribuer un identifiant de classificateur à chaque classificateur demandé et un indice PHS à chaque règle PHS demandée. Le CMTS DOIT utiliser la ou les références de classificateur et la ou les références de flux de service originales pour établir le lien entre les paramètres de la réponse DSA qui ont abouti.

Si la transaction n'aboutit pas, le CMTS DOIT utiliser la ou les références de classificateur et la ou les références de flux de service originales pour identifier le ou les paramètres défailants dans la réponse DSA.

### B.8.3.13.2 Ajout dynamique de service lancé par CMTS

Si la transaction n'aboutit pas, le CM DOIT utiliser le ou les identifiants de classificateur et le ou les identifiants de flux de service pour identifier les paramètres qui ont échoué dans la réponse DSA-RSP.

### B.8.3.14 Accusé de réception d'ajout dynamique de service (DSA-ACK)

Un accusé de réception d'ajout dynamique de service DOIT être généré en réponse à un message DSA-RSP reçu. Le format de l'accusé de réception DSA-ACK DOIT être conforme aux indications de la Figure B.8-33.

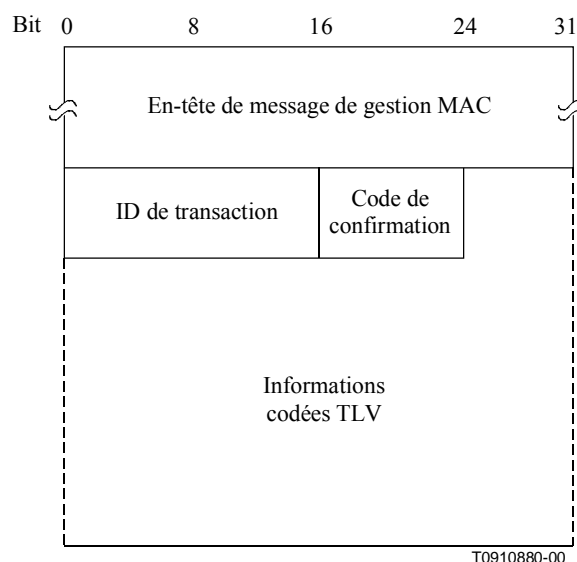


Figure B.8-33/J.112 – Accusé de réception d'ajout dynamique de service

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

<b>ID de transaction</b>	Identifiant de transaction provenant de la réponse DSA correspondante.
<b>Code de confirmation</b>	Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour l'ensemble de la réponse DSA correspondante.

NOTE – Le code de confirmation est surtout nécessaire lorsqu'un nom de classe de service (voir au § B.10.1.3) est utilisé dans la demande DSA. Dans ce cas, la réponse DSA pourrait contenir des paramètres de flux de service que le CM est incapable de prendre en charge (temporairement ou tel que configuré).

Tous les autres paramètres sont des n-uplets TLV codés.

**Ensemble d'erreurs de flux de service**

L'ensemble d'erreurs de flux de service du message DSA-ACK code les caractéristiques des flux de service défaillants dans le message DSA-RSP. Un ensemble d'erreurs de flux de service et une référence/identifiant de flux de service identifiante DOIVENT être présents pour au moins un paramètre de QS défaillant d'au moins un flux de service défaillant dans la demande DSA-REQ. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSA-REQ aboutit.

Si la confidentialité est activée, le message DSA-RSP DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé**

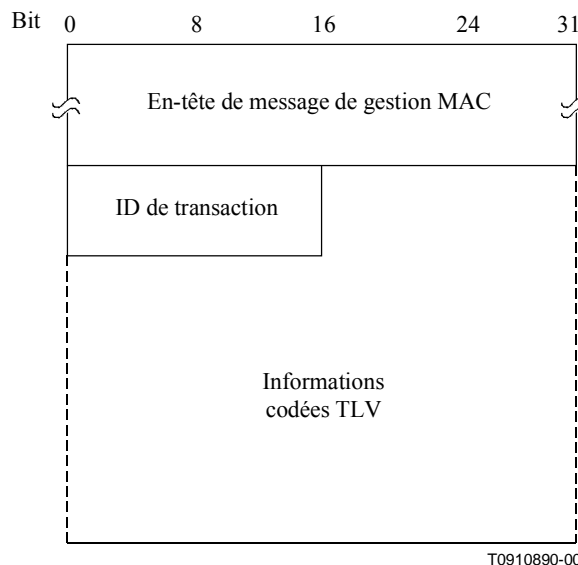
Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le HMAC-Digest (voir au § B.C.1.4.3).

**HMAC-Digest**

L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'émetteur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service. (Voir au § B.C.1.4.1.)

**B.8.3.15 Demande de changement dynamique de service (DSC-REQ)**

Une demande de changement dynamique de service PEUT être envoyée par un CM ou un CMTS pour changer de façon dynamique les paramètres d'un flux de service existant. Les classificateurs changeants des changements DSC DOIVENT porter l'ensemble de TLV de classificateur complet pour ce nouveau classificateur.



**Figure B.8-34/J.112 – Demande de changement dynamique de service**

Un CM ou un CMTS DOIT générer des messages DSC-REQ de la forme montrée à la Figure B.8-34, y compris les paramètres suivants:

**ID de transaction**

Identifiant unique pour cette transaction, attribué par l'envoyeur.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplets TLV comme défini à l'Annexe B.C. Un message DSC-REQ NE DOIT PAS porter de paramètres pour plus d'un flux de service dans chaque sens, autrement dit un message DSC-REQ DOIT contenir des paramètres pour un flux de service amont unique ou un flux de service aval unique, ou pour un flux amont et un flux aval. Une demande DSC-REQ DOIT contenir au moins un des éléments suivants:

**Paramètres de classificateur**

Spécification des règles à utiliser pour classer les paquets en un flux de service spécifique; cela inclut le TLV d'action de changement dynamique de service qui indique si ce classificateur devrait être ajouté, remplacé ou supprimé du flux de service (voir au § B.C.2.1.3.7). S'ils sont inclus, les paramètres de classificateur DOIVENT contenir le TLV d'action de changement dynamique, une référence/identifiant de classificateur et un identifiant de flux de service.

**Paramètres de flux de service**

Spécification des caractéristiques du trafic du nouveau flux de service et des besoins de programmation. Les ensembles de paramètres de qualité de service admise ou active contenus dans ce message remplacent les ensembles de paramètres de qualité de service admise ou active en vigueur dans le flux de service. Si le message DSC aboutit et qu'il contient des paramètres de flux de service mais qu'il ne contient pas d'ensemble de remplacement pour les ensembles de paramètres de qualité de service admise ou active, le ou les ensembles omis DOIVENT être mis à zéro. S'ils sont inclus, les paramètres de flux de service DOIVENT contenir un identifiant de flux de service.

**Paramètres de suppression d'en-tête de charge utile**

Spécification des règles à utiliser pour que la suppression d'en-tête de charge utile supprime des en-têtes de charge utile en rapport avec un classificateur spécifique; cela inclut le TLV d'action de changement dynamique de service qui indique si cette règle PHS devrait être ajoutée, activée ou supprimée du flux de service ou si toutes les règles PHS pour le flux de service spécifié devraient être supprimées (voir au § B.C.2.2.8.5). S'ils sont inclus, les paramètres PHS DOIVENT contenir le TLV d'action de changement dynamique une référence/identifiant de classificateur et un identifiant de flux de service, à moins que l'action de changement dynamique de service ne soit "Supprimer toutes les règles PHS". Si tel est le cas, les paramètres PHS DOIVENT contenir un identifiant de flux de service accompagné de l'action de changement dynamique de service et aucun paramètre PHS ne DOIT être présent. Toutefois, si d'autres paramètres PHS sont présents, en particulier l'indice de suppression d'en-tête de charge utile, ils DOIVENT être ignorés par le récepteur du message DSC-REQ.

Si la confidentialité est activée, une demande DSC-REQ DOIT également contenir:

**Numéro de séquence de clé**

Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le précis HMAC (voir au § B.C.1.4.3).

## HMAC-Digest

L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'envoyeur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service (voir au § B.C.1.4.1).

### B.8.3.16 Réponse de changement dynamique de service (DSC-RSP)

Une réponse de changement dynamique de service DOIT être générée en réponse à une demande DSC-REQ reçue. Le format de la réponse DSC-RSP DOIT être conforme aux indications de la Figure B.8-35.

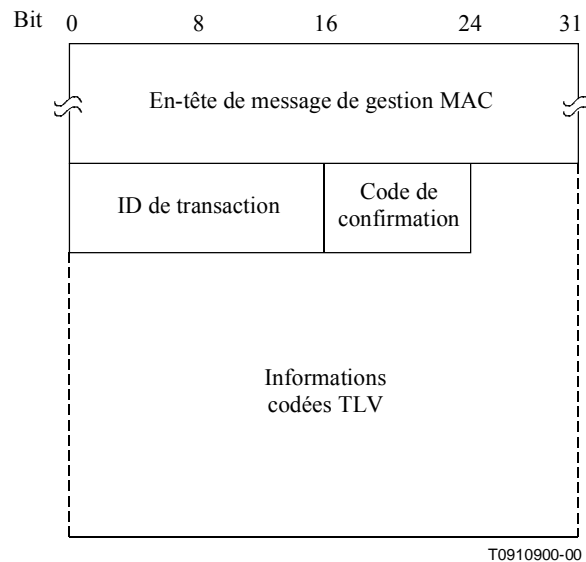


Figure B.8-35/J.112 – Réponse de changement dynamique de service

Les paramètres doivent être les suivants:

#### ID de transaction

Identifiant de transaction de la DSC-REQ correspondante.

#### Code de confirmation

Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour la demande DSC correspondante.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplet TLV (défini à l'Annexe B.C).

Si la transaction aboutit, la réponse DSC-RSP PEUT contenir un ou plusieurs des éléments suivants:

#### Paramètres de classificateur

Le CMTS DOIT inclure la spécification complète du classificateur dans la réponse DSC-RSP y compris un identifiant de classificateur nouvellement attribué pour les nouveaux classificateurs. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification du classificateur dans la réponse DSC-RSP.

**Paramètres de flux de service**

Le CMTS DOIT inclure la spécification complète du flux de service dans la réponse DSC-RSP y compris un nom de classe de service élargi, si applicable. Le CMTS DOIT inclure un SID dans la réponse DSC-RSP si un ensemble de paramètres de flux de service contenait un ensemble de paramètres de QS admis dans le sens amont et si ce flux de service n'a pas un SID associé. Si un ensemble de paramètres de flux de service contenait un nom de classe de service et un ensemble de paramètres de QS admis, le CMTS DOIT inclure l'ensemble de paramètres de QS correspondant à la classe de service nommée dans la réponse DSC-RSP. Si des paramètres de QS spécifiques ont également été inclus dans la demande de flux de service classée, le CMTS DOIT inclure ces paramètres de QS dans la réponse DSC-RSP au lieu de tout paramètre de QS du même type de la classe de service nommée. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification du flux de service dans la réponse DSC.

**Paramètres de suppression d'en-tête de charge utile**

Le CMTS DOIT inclure la spécification complète des paramètres PHS dans la réponse DSC-RSP, y compris un indice PHS nouvellement attribué pour les nouvelles règles de PHS, un identifiant de classificateur et un identifiant de flux de service. Le modem câble NE DOIT PAS inclure la spécification des paramètres de PHS.

Si la transaction échoue du fait des paramètres de flux de service, des paramètres de classificateur, ou des paramètres de suppression d'en-tête de charge utile, et si le code de confirmation n'est pas l'un des codes d'erreur majeurs mentionnés au § B.C.4.2, la réponse DSC-RSP DOIT contenir au moins un des éléments suivants:

**Ensemble d'erreurs de classificateur**

Un ensemble d'erreurs de classificateur ainsi qu'une paire d'identification formée d'une référence/identifiant de classificateur et d'une référence/identifiant de flux de service DOIVENT être inclus pour au moins un classificateur défaillant dans la demande DSC-REQ correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de classificateur DOIT contenir au moins un paramètre classificateur défaillant du classificateur correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSC-REQ aboutit.

**Ensemble d'erreurs de flux de service**

Un ensemble d'erreurs de flux de service et un identifiant de flux de service doivent être inclus pour au moins un flux de service défaillant dans la demande DSC-REQ correspondante. Chaque ensemble d'erreurs de flux de service DOIT contenir au moins un paramètre de QS défaillant spécifique du flux de service correspondant. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSC-REQ réussit.



**Ensemble d'erreurs de suppression d'en-tête de charge utile**

Un ensemble d'erreurs de PHS ainsi qu'une paire d'identification formée d'une référence/identifiant de flux de service et d'une référence/identifiant de classificateur DOIVENT être inclus pour au moins une règle PHS défaillante dans la demande DSC-REQ correspondante, à moins que l'action d'un changement dynamique de service ne soit "supprimer toutes les règles de PHS". Si tel est le cas, le ou les ensembles d'erreurs de PHS peuvent contenir un ID de flux de service identifiant. Chaque ensemble d'erreurs PHS doit contenir au moins un paramètre PHS défaillant spécifique de la règle PHS défaillante correspondante. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSC-REQ aboutit.

Indépendamment de l'aboutissement ou de l'échec, la réponse DSC-RSP DOIT contenir, si la confidentialité est activée pour le CM:

**Numéro de séquence de clé**

Le numéro de séquence de la clé d'authentification, utilisé pour calculer le HMAC-Digest. (Voir au § B.C.1.4.3.)

**HMAC-Digest**

L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'émetteur). Il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service. (Voir au § B.C.1.4.1.)

**B.8.3.17 Accusé de réception de changement dynamique de service (DSC-ACK)**

Un accusé de réception de changement dynamique de service DOIT être généré en réponse à une réponse DSC-ACK reçue. Le format de l'accusé de réception DSC-ACK DOIT être comme présenté à la Figure B.8-36.

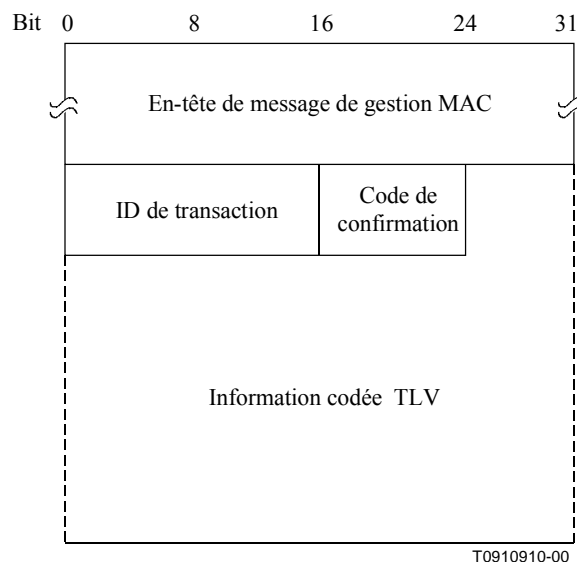


Figure B.8-36/J.112 – Accusé de réception de changement dynamique de service

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

<b>ID de transaction</b>	L'ID de transaction de la DSC-REQ correspondante.
<b>Code de confirmation</b>	Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour l'ensemble de la réponse DSC correspondante.

NOTE – Le code de confirmation et l'ensemble d'erreurs de flux de service sont nécessaires en particulier quand le nom de la classe de service (voir au § B.10.1.3) est utilisé dans la demande DSC. Dans ce cas, la réponse DSC pourrait contenir des paramètres de flux de service que le CM serait incapable de prendre en charge (temporairement ou tels que configurés).

Tous les autres paramètres sont des n-uplets TLV codés.

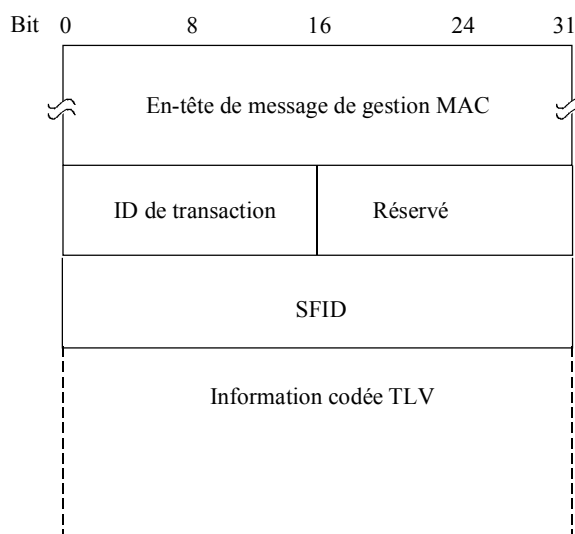
<b>Ensemble d'erreurs de flux de service</b>	L'ensemble d'erreurs de flux de service du message DSC-ACK code les caractéristiques des flux de service défaillants dans le message DSC-RSP. Un ensemble d'erreurs de flux de service et un ID de flux de service identifiant DOIVENT être présents pour au moins un paramètre de QS défaillant d'au moins un flux de service défaillant dans la demande DSC-REQ correspondante. Ce paramètre DOIT être omis si l'ensemble de la demande DSC-REQ aboutit.
--	--

Si la confidentialité est activée, le message DSC-ACK DOIT contenir:

<b>Numéro de séquence de clé</b>	Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le HMAC-Digest (voir au § B.C.1.4.3).
<b>HMAC-Digest</b>	L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'envoyeur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service. (Voir au § B.C.1.4.1.)

### B.8.3.18 Demande de suppression dynamique de service (DSD-REQ)

Un CM ou un CMTS PEUT envoyer une demande DSD pour supprimer un seul flux de service amont existant et/ou un seul flux de service aval existant. Le format de cette demande DOIT être conforme aux indications de la Figure B.8-37.



T0910920-00

Figure B.8-37/J.112 – Demande de suppression dynamique de service

Les paramètres doivent être les suivants:

**Identifiant de flux de service** Si sa valeur est différente de zéro, c'est le SFID d'un flux de service vers l'amont unique ou d'un flux de services vers l'aval unique à supprimer. Si sa valeur est zéro, le ou les flux de service à supprimer seront identifiés par le ou les SFID dans les TLV. Si cette valeur est différente de zéro, tout SFID inclus dans les TLV DOIT alors être ignoré.

**ID de transaction** Identifiant unique pour cette transaction, attribué par l'expéditeur.

Tous les autres paramètres sont codés sous forme de n-uplets TLV, comme défini à l'Annexe B.C.

**Identifiant de flux de service** Le ou les SFID à supprimer, qui DOIVENT être codés conformément au § B.C.2.2.3.2. Le TLV d'identifiant de flux de service DOIT être le seul sous-TLV de codage de flux de service utilisé.

Si la confidentialité est activée, la demande DSD-REQ DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé** Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le HMAC-Digest. (Voir au § B.C.1.4.3.)

**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'expéditeur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message dynamique de service. (Voir au § B.C.1.4.1.)

### B.8.3.19 Réponse de suppression dynamique de service (DSD-RSP)

Une réponse DSD DOIT être générée en réponse à une demande DSD-REQ reçue. Le format de la réponse DSD-RSP DOIT être celui présenté à la Figure B.8-38.

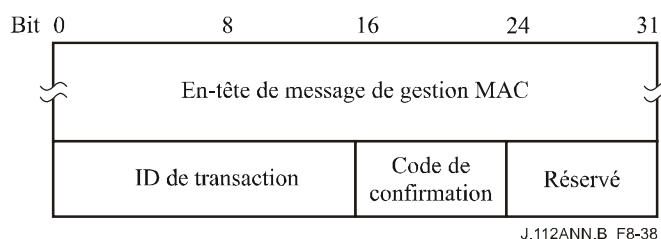


Figure B.8-38/J.112 – Réponse de suppression dynamique de service

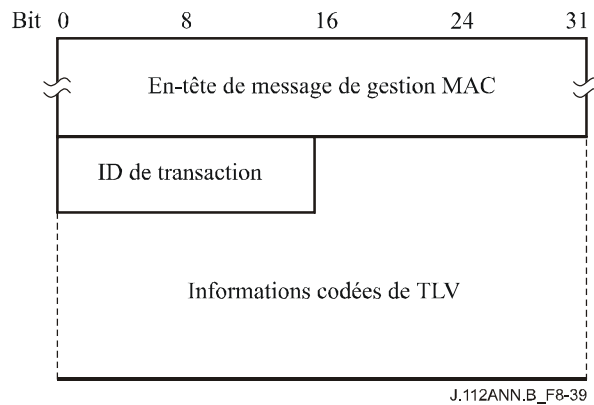
Les paramètres doivent être les suivants:

**ID de transaction** Identifiant de transaction de la demande DSD-REQ correspondante.

**Code de confirmation** Le code de confirmation approprié (voir au § B.C.4) pour la demande DSD correspondante.

### B.8.3.20 Demande de changement dynamique de canal (DCC-REQ)

Une demande de changement dynamique de canal PEUT être émise par un CMTS pour qu'un CM change le canal amont sur lequel il émet, le canal aval sur lequel il reçoit ou les deux. (Voir la Figure B.8-39.)



**Figure B.8-39/J.112 – Demande de changement dynamique de canal**

Un CMTS DOIT générer un message DCC-REQ sous la forme indiquée à la Figure B.8-39, comportant le paramètre suivant:

**ID de transaction** Un identifiant unique de 16 bits pour cette transaction, attribué par l'expéditeur.

Les paramètres suivants sont facultatifs et sont codés sous forme de n-uplets TLV:

**ID de canal amont** L'identifiant du canal amont sur lequel le CM DOIT se commuter pour les émissions vers le haut.

**Paramètres vers l'aval** La fréquence du canal aval sur lequel le CM DOIT se commuter pour la réception aval.

**Technique d'initialisation** Les indications relatives au type d'initialisation, s'il y a en, que le CM devrait effectuer dès qu'il est synchronisé avec le ou les nouveaux canaux.

**Substitution d'UCD** Fournit une copie du descripteur UCD pour le nouveau canal.

**Substitution de SAID** Une paire d'identifiants d'association (SAID, *security association identifiers*) formée du SAID en vigueur et du nouveau SAID pour le nouveau canal. Ce TLV survient une seule fois s'il y a lieu de changer de SAID.

**Substitution de flux de service** Un groupe de sous-TLV qui permettent la substitution, dans un flux de service, de l'identifiant de flux de service, de l'identifiant de service, de l'identifiant de classificateur et de l'indice de suppression d'en-tête de charge utile. Ce TLV est répété pour chaque flux de service ayant des paramètres devant être substitués.

Si la confidentialité est activée, une demande DCC-REQ DOIT également contenir:

**Numéro de séquence de clé** Le numéro de séquence de la clé d'authentification utilisé pour calculer le HMAC-Digest. (Voir au § B.C.1.4.3.)

**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'expéditeur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message de changement de canal dynamique. (Voir au § B.C.1.4.1.)

### B.8.3.20.1 Codages

Les valeurs de type DOIVENT être celles présentées ci-dessous. Elles sont uniques dans le message de demande de changement de canal dynamique mais pas dans l'ensemble complet des messages MAC.

Si un CM effectue un changement de canal sans faire de réinitialisation (comme défini au § B.8.3.20.1.3), toutes les variables de configuration du CM doivent rester constantes, sauf les variables de configuration qui sont explicitement modifiées ci-dessous. Le CM ne sera pas conscient de changements de configuration autres que ceux fournis dans la commande DCC; pour cette raison, la cohérence de l'approvisionnement entre les anciens et les nouveaux canaux est importante.

#### B.8.3.20.1.1 Identifiant de canal amont

Lorsqu'il est présent, ce TLV spécifie le nouvel identifiant de canal amont que le CM DOIT utiliser pour effectuer un changement de canal dynamique. Cet identifiant a la priorité sur l'identifiant du canal amont en cours d'utilisation. Le CMTS DOIT s'assurer que l'identifiant du nouveau canal amont est différent de l'identifiant de l'ancien canal amont. Ce TLV doit être inclus en cas de modification du canal amont, même si le TLV de substitution d'UCD est présent.

Type	Longueur	Valeur
1	1	0-255: identifiant de canal amont

Si ce TLV est absent, le CM NE DOIT PAS modifier son identifiant de canal amont. Le CMTS PEUT comporter ce TLV, le CM DOIT le prendre en compte.

#### B.8.3.20.1.2 Paramètres vers l'aval

Lorsqu'il est présent, ce TLV spécifie les paramètres de fonctionnement du nouveau canal aval. Le champ de valeur de ce TLV contient une série de sous-types. Le CMTS PEUT inclure ce TLV.

Type	Longueur	Valeur
2	N	

Si ce TLV manque, le CM NE DOIT PAS modifier ses paramètres vers l'aval.

##### B.8.3.20.1.2.1 Fréquence vers l'aval

Ce TLV spécifie la nouvelle fréquence de réception que le CM DOIT utiliser lorsqu'il effectue un changement de canal dynamique. Cette fréquence se substitue à la fréquence du canal aval utilisé à ce moment. Il s'agit de la fréquence centrale du canal aval, en Hz, mémorisée sous la forme d'un nombre binaire de 32 bits. La fréquence aval DOIT être un multiple de 62 500 Hz.

Sous-type	Longueur	Valeur
2.1	4	Fréquence Rx

Le CMTS DOIT inclure ce sous-TLV, le CM DOIT le prendre en compte.

##### B.8.3.20.1.2.2 Type de modulation de canal aval

Ce TLV spécifie le type de modulation du nouveau canal aval.

Sous-type	Longueur	Valeur
2.2	1	0 = 64 QAM 1 = 256 QAM 2-255: réservé

Le CMTS DEVRAIT contenir ce sous-TLV, le CM DEVRAIT le prendre en compte.

#### B.8.3.20.1.2.3 Rapidité de modulation du canal aval

Ce TLV spécifie la rapidité de modulation du nouveau canal aval.

Sous-type	Longueur	Valeur
2.3	1	0 = 5,056941 MBd 1 = 5,360537 MBd 2 = 6,952 MBd 3-255: réservé

Le CMTS DEVRAIT contenir ce sous-TLV, le CM DEVRAIT le prendre en compte.

#### B.8.3.20.1.2.4 Profondeur de l'entrelaceur de flux aval

Ce TLV spécifie les paramètres "I" et J de l'entrelaceur de flux aval.

Sous-type	Longueur	Valeur
2.4	2	I: 0-255 J: 0-255

Le CMTS DEVRAIT contenir ce sous-TLV, le CM DEVRAIT le prendre en compte.

#### B.8.3.20.1.2.5 Identifiant de canal aval

Ce TLV spécifie l'identifiant à 8 bits du nouveau canal aval.

Sous-type	Longueur	Valeur
2.5	1	0-255: identifiant de canal aval

Le CMTS DEVRAIT contenir ce sous-TLV, le CM DEVRAIT le prendre en compte.

#### B.8.3.20.1.2.6 Substitution de SYNC

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS d'informer le modem câble qu'il doit attendre ou ne pas attendre un message SYNC avant de continuer. Le CMTS DOIT avoir des horodatages synchronisés entre le ou les anciens et nouveaux canaux si il donne pour instruction au modem câble d'attendre un message SYNC avant d'émettre sur le nouveau canal. L'horodatage synchronisé implique que les horodatages soient déduits de la même horloge et contiennent la même valeur.

Type	Longueur	Valeur
2.6	1	0 = acquérir le message SYNC sur le nouveau canal aval avant de continuer 1 = continuer sans obtenir d'abord le message SYNC 2-255: réservé

Si ce TLV est absent, le modem câble DOIT attendre un message SYNC sur le nouveau canal avant de continuer. Si le modem câble doit attendre un nouveau message SYNC lorsqu'il change de canal, le fonctionnement peut alors être suspendu pour une durée pouvant aller jusqu'à l'intervalle de synchronisation (voir à l'Annexe B.B), ou plus longtemps si le message SYNC est perdu ou n'est pas synchronisé avec le ou les anciens canaux.

Une autre approche est d'envoyer plus fréquemment (toutes les 10 ms par exemple) les messages SYNC, de continuer à demander au modem câble d'attendre un message SYNC avant de continuer. Cette approche a une latence légèrement plus importante, mais procure une vérification supplémentaire pour empêcher le modem câble d'émettre à des intervalles de temps incorrects.

Le CMTS DEVRAIT contenir ce sous-TLV. Le CM DEVRAIT le prendre en compte.

### **B.8.3.20.1.3 Technique d'initialisation**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS d'indiquer au CM le niveau de réinitialisation qu'il DOIT éventuellement exécuter avant qu'il ne puisse commencer à communiquer sur le ou les nouveaux canaux. Le CMTS peut prendre cette décision sur la base de sa connaissance des différences entre les anciens et nouveaux domaines MAC et les caractéristiques PHY des canaux amont et aval.

Généralement, si le passage entre les canaux amont et/ou aval se situe dans le même domaine MAC, les valeurs de profil de connexion peuvent rester telles quelles. Si le passage se fait entre des domaines MAC différents, une initialisation complète peut être exécutée.

Si une réinitialisation complète n'est pas nécessaire, une certaine réorganisation peut toutefois être requise. Par exemple, des zones de spectre vers l'amont sont souvent configurées en groupes. Une demande DCC adressée à un canal amont adjacent au sein d'un groupe n'entraîne pas automatiquement une réorganisation. Autre possibilité, une demande DCC adressée à un canal amont non adjacent peut nécessiter une maintenance de la station alors qu'une demande DCC d'un groupe de canaux amont à un autre peut nécessiter une maintenance initiale. La réorganisation peut également être requise s'il y a une quelconque différence dans les paramètres PHY entre les anciens et nouveaux canaux.

<b>Type</b>	<b>Longueur</b>	<b>Valeur</b>
3	1	0 = réinitialiser la commande MAC 1 = effectuer la maintenance initiale sur le nouveau canal avant de l'utiliser normalement 2 = effectuer la maintenance de station sur le nouveau canal avant de l'utiliser normalement 3 = effectuer la maintenance initiale ou la maintenance de station sur le nouveau canal avant de l'utiliser normalement 4 = utiliser le ou les nouveaux canaux directement sans réinitialisation ou sans effectuer de maintenances initiale ou de station 5-255: réservé

Le CM DOIT en premier lieu sélectionner les nouveaux canaux amont et aval sur la base du TLV ID de canal amont (voir au § B.8.3.20.1.1) et du TLV de fréquence aval (voir au § B.8.3.20.1.2.1). Ensuite, le CM DOIT suivre les directives de ces TLV. En cas d'option 0, le CM DOIT commencer par le SID d'initialisation. Dans le cas des options 1 à 4, le CM DOIT continuer à utiliser le SID primaire pour la télémétrie. Un TLV de substitution de SID (voir au § B.8.3.20.1.6.2) peut spécifier un nouvel identifiant SID primaire à utiliser sur le nouveau canal.

- Option 0:** cette option charge le CM d'effectuer toutes les opérations associées à l'initialisation du CM (voir au § B.11.2). Cela englobe tous les événements postérieurs à l'acquisition de QAM, FEC et verrouillage MPEG aval avant le fonctionnement normal (voir au § B.11.3), y compris l'obtention d'un descripteur UCD, de la télémétrie, de l'établissement de la connectivité IP, de l'établissement de l'heure, du transfert des paramètres opérationnels, de l'inscription et de l'initialisation de la confidentialité de base. Lorsque cette option est utilisée, les seuls autres TLV pertinents de la demande DCC-REQ sont le TLV d'identifiant de canal amont et le TLV de paramètres de canal aval. Tous les autres TLV de la demande DCC-REQ sont sans objet.
- Option 1:** si la maintenance initiale est spécifiée, le fonctionnement sur le nouveau canal peut être retardé de plusieurs intervalles de télémétrie (voir l'Annexe B.B).
- Option 2:** si la maintenance de station est spécifiée, le fonctionnement sur le nouveau canal pourrait être retardé de la valeur de T4 (voir l'Annexe B.B).
- Option 3:** cette valeur permet au CM d'utiliser une région de maintenance initiale ou de maintenance de station, selon le choix qu'il fait. Cette valeur peut être utilisée en cas d'incertitude lorsque le CM PEUT exécuter la commande DCC et qu'il y a donc risque de manquer des intervalles de maintenance de station.
- Option 4:** cette option est celle qui nécessite l'interruption de service la moins importante, et le CM peut poursuivre son fonctionnement normal dès qu'il a effectué la synchronisation sur le nouveau canal. Cette option est destinée à être utilisée avec un changement de canal pratiquement transparent (voir au § B.11.4.5.4).

NOTE – Cette option ne devrait pas être utilisée dans les réalisations physiques où les caractéristiques de transmission amont ne sont pas homogènes.

En l'absence de ce TLV, le CM DOIT réinitialiser la commande MAC. Le CMTS PEUT contenir ce TLV, le CM DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.4 Substitution de descripteur UCD**

Si il est présent, ce TLV permet au CMTS d'envoyer un message descripteur de canal amont au CM. Ce message UCD est destiné à être associé au ou aux nouveaux canaux amont ou aval. Le CM enregistre ce message UCD dans sa mémoire cache et l'utilise après la synchronisation de la ou des nouveaux canaux.

Type	Longueur	Valeur
4	n	Descripteur UCD pour le nouveau canal amont

Ce TLV contient tous les paramètres pour le message UCD, comme décrit au § B.8.3.3, sauf l'en-tête de message de gestion MAC. Le CMTS DOIT s'assurer que le compte des changements dans le descripteur UCD correspond à celui du descripteur UCD du ou des nouveaux canaux. Le CMTS DOIT s'assurer que l'identifiant du nouveau canal amont est différent de l'identifiant de l'ancien.

Si la longueur du descripteur UCD dépasse 254 octets, l'UCD DOIT être fragmenté en deux ou plus éléments successifs de type 4. Chaque fragment, sauf le dernier, DOIT être long de 254 octets. Le modem câble reconstruit la substitution d'UCD en enchaînant les contenus (valeur du TLV) des éléments de type 4 successifs dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans le message DCC-REQ. Par exemple, le premier octet qui suit le champ longueur du second élément de type 4 est traité comme s'il suivait immédiatement les dernier octet du premier élément de type 4.



Si le CM DOIT attendre un nouveau message UCD lorsqu'il change les canaux, le fonctionnement PEUT être suspendu pour une durée pouvant atteindre celle de "UCD Interval" (voir l'Annexe B.B), voire davantage si le message UCD s'est perdu.

Le CMTS DEVRAIT contenir ce TLV. Le modem câble DEVRAIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.5 Substitution d'identifiant d'association de sécurité (SAID)**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS de remplacer l'identifiant d'association de sécurité (SAID) dans le flux de service en cours, par un nouvel identifiant d'association de sécurité. Les clés de confidentialité de base associées à ce SAID DOIVENT rester les mêmes. Le modem câble n'a pas à répondre simultanément à l'ancien et au nouveau SAID.

Type	Longueur	Valeur
6	4	SAID en vigueur (14 bits de plus faible poids d'un champ de 16 bits) Nouveau SAID (14 bits de plus faible poids d'un champ de 16 bits)

En l'absence de ce TLV, l'attribution d'identifiant d'association de sécurité en vigueur est conservée. Le CMTS PEUT contenir ce TLV. Le modem câble DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.6 Substitutions de flux de service**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS de remplacer, dans les flux de service en cours, des paramètres spécifiques de l'attribution de canaux en vigueur par de nouveaux paramètres pour la nouvelle attribution de canaux. Un TLV est utilisé pour chaque flux de service qui nécessite des changements de paramètres. Le CMTS peut décider de le faire pour contribuer à faciliter l'établissement de nouvelles réservations de QS sur le nouveau canal avant celles de l'ancien canal. Le CM n'a pas à répondre simultanément à l'ancien et au nouveau flux de service.

Ce TLV permet de déplacer des attributions de ressources et des services entre deux espaces de valeur d'identifiant indépendants et de programmer des entités en modifiant les identifiants et les indices associés. Les espaces de valeur d'identifiant qui peuvent être différents d'un canal à l'autre sont notamment l'identifiant de flux de service et l'identifiant de service. Ce TLV ne permet pas d'apporter des changements aux paramètres de QS du flux de service.

Les noms de classe de service utilisés dans l'identifiant de flux de service doivent être les mêmes pour l'ancien et le nouveau canal.

Type	Longueur	Valeur
7	n	Liste de sous-types

Si ce TLV est absent pour un flux de service donné, le flux de service en cours et ses attributs sont conservés. Le CMTS PEUT contenir ce TLV. Le CM DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.6.1 Substitution d'identifiant de flux de service**

Ce TLV permet au CMTS de remplacer l'identifiant de flux de service en vigueur (SFID) par un nouvel identifiant de flux de service. Voir au § B.C.2.2.3.2 les détails de l'utilisation de ce paramètre.

Ce TLV DOIT être présent si une autre substitution de sous-type de flux de service, quelle qu'elle soit, a lieu. Si ce TLV est présent et que l'identifiant de flux de service ne change pas, les identifiants de flux de service en cours et nouveau seront mis à la même valeur.

Sous-type	Longueur	Valeur
7.1	8	Identifiant de flux de service en cours, ID de nouveau flux de service

Le CMTS DOIT contenir ce sous-TLV. Le CM DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.6.2 Substitution d'identifiant de service**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS de remplacer l'identifiant de service (SID) dans le flux de service amont en vigueur par un nouvel identifiant de service. Voir au § B.C.2.2.3.3 les détails de l'utilisation de ce paramètre.

Sous-type	Longueur	Valeur
7.2	4	SID en vigueur (14 bits de plus faible poids d'un champ de 16 bits) Nouveau SID (14 bits de plus faible poids d'un champ de 16 bits)

Si ce TLV est absent, les attributions d'identifiant de service en vigueur sont conservées. Le CMTS PEUT contenir ce TLV. Le CM DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.6.3 Substitution de référence horaire d'allocation non sollicitée**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS de remplacer la référence horaire d'allocation non sollicitée par une nouvelle référence horaire d'allocation non sollicitée. Voir au § B.C.2.2.6.11 les détails de l'utilisation de ce paramètre.

Ce TLV est utile si les anciens et nouveaux canaux amont utilisent des bases horaires différentes pour leurs horodatages. Ce TLV est aussi utile si la fenêtre d'émission d'allocation non sollicitée est déplacée à un instant différent. Le changement de cette valeur peut amener le fonctionnement à dépasser temporairement la fenêtre de gigue spécifiée au § B.C.2.2.6.8.

Sous-type	Longueur	Valeur
7.3	4	Nouvelle référence

Si ce TLV est absent, la référence horaire d'allocation non sollicitée en vigueur est conservée. Le CMTS PEUT contenir ce TLV. Le CMTS DOIT le prendre en compte.

#### **B.8.3.20.1.7 Adresse MAC du système CMTS**

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CMTS courant d'envoyer l'adresse MAC du CMTS de destination correspondant à la fréquence aval cible. Ce TLV DOIT être spécifié si le modem câble change les canaux aval et si la substitution de descripteur UCD est spécifiée, ou si le modem câble change ses canaux aval et utilise la technique d'initialisation 4, il utilise directement le ou les nouveaux canaux.

Type	Longueur	Valeur
8	6	Adresse MAC du CMTS de destination

Le CMTS DEVRAIT inclure le TLV d'adresse MAC de CMTS. Le modem câble DEVRAIT prendre en compte le TLV d'adresse MAC du CMTS.

#### **B.8.3.21 Réponse de changement dynamique de canal (DCC-RSP)**

La réponse de changement dynamique de canal DOIT être transmise par un modem câble en réponse à un message de demande de changement dynamique reçu pour signaler qu'il l'a reçue et se

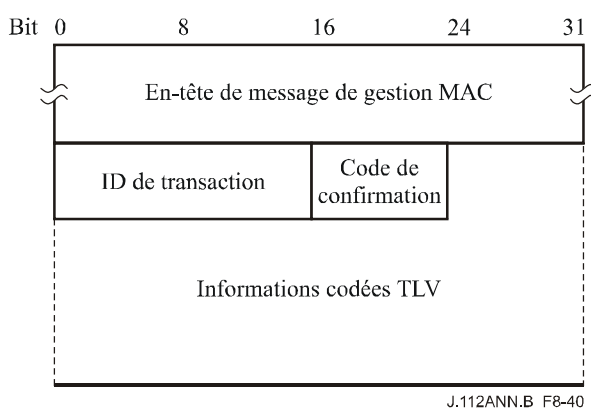
conforme à cette demande DCC-REQ. Le format du message DCC-RSP DOIT être celui présenté à la Figure B.8-40.

Avant de commencer la commutation sur un nouveau canal amont ou aval, un CM DOIT envoyer une réponse DCC-RSP sur son canal amont existant. Lorsqu'un CM reçoit un message DCC-REQ lui demandant de commuter sur un canal amont et aval qu'il utilise déjà, ou lui demandant de commuter seulement sur un canal amont ou aval qu'il utilise déjà, le modem câble DOIT répondre, sur ce canal, par un message DCC-RSP indiquant qu'il utilise déjà le canal correct.

Un CM PEUT ignorer un message DCC-REQ pendant qu'il effectue un changement de canal.

Si, après la commutation sur le nouveau canal, la commande MAC n'a pas été réinitialisée selon un TLV d'initialisation d'un message DCC-REQ, option 0, le CM DOIT envoyer un message DCC-RSP au CMTS. Un message DCC-RSP NE DOIT PAS être envoyé si le CM réinitialise sa couche MAC.

La procédure complète de changement de canal est décrite au § B.11.4.5.



J.112ANN.B\_F8-40

**Figure B.8-40/J.112 – Réponse de changement dynamique du canal**

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

**ID de transaction** ID de transaction à 16 bits de la demande DCC correspondante.

**Code de confirmation** Code de confirmation à 8 bits comme décrit au § B.C.4.1.

Les paramètres suivants, codés sous forme de n-uplets TLV, sont facultatifs:

**Heure de saut du CM** Paramètres horaires indiquant l'instant auquel le CM effectuera le saut.

Indépendamment de la réussite ou de l'échec, si la confidentialité est activée par le CM, le message DCC-RSP DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé** Numéro de séquence de clé de Auth Key, qui est utilisé pour calculer le HMAC-Digest. (Voir au § B.C.1.4.3.)

**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'envoyeur). L'attribut HMAC-Digest DOIT être le dernier de la liste des attributs de message de service dynamique (voir au § B.C.1.4.1).

### B.8.3.21.1 Codages

Les valeurs de type utilisées DOIVENT être celles montrées ci-dessous. Elles sont uniques dans un message de réponse de changement dynamique de canal mais pas dans l'ensemble complet des messages MAC.

### B.8.3.21.1.1 Heure de saut d'un modem câble

Lorsqu'il est présent, ce TLV permet au CM d'indiquer au CMTS l'instant auquel il envisage d'effectuer le saut et qu'il sera donc déconnecté du réseau. Au moyen de cette information, le CMTS PEUT prendre des mesures préventives pour minimiser ou éliminer les pertes de paquet dans le flux aval consécutif au changement de canal.

Sous-type	Longueur	Valeur
1	n	

La référence horaire et les unités de temps de ces sous-TLV sont fondées sur la même base de temps de 32 bits que celle utilisée par le message SYNC du canal aval en vigueur. L'horodatage est incrémenté par une horloge à 10,24 MHz.

Le CM DEVRAIT contenir ce TLV. Le CMTS DEVRAIT le prendre en compte.

#### B.8.3.21.1.1.1 Durée du saut

Ce TLV indique au CMTS le temps nécessaire au passage de l'ancien canal au nouveau. Plus précisément, il représente la durée pendant laquelle le CM ne sera pas en mesure de recevoir des données dans le flux aval.

Sous-type	Longueur	Valeur
1	4	Longueur (sur la base de l'horodatage)

Le CM DOIT contenir ce sous-TLV.

#### B.8.3.21.1.1.2 Heure de début du saut

Lorsqu'il est présent, ce TLV indique au CMTS l'instant auquel le CM envisage de faire le saut.

Sous-type	Longueur	Valeur
2	8	Heure de début du saut (sur la base de l'horodatage) Précision de l'instant du début (sur la base de l'horodatage)

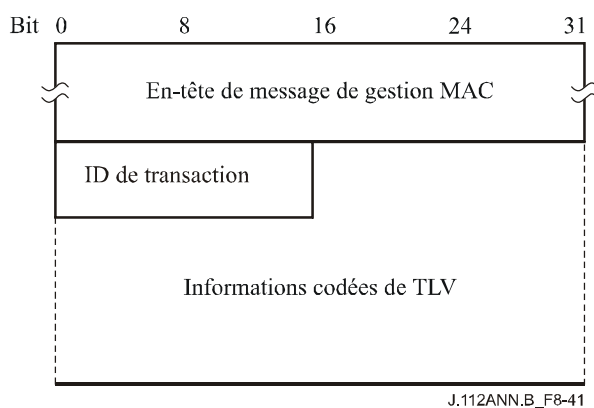
La base de temps à 10,24 MHz, de 32 bits, revient à zéro toutes les sept minutes environ. Si la valeur de l'instant de départ est inférieure à l'horodatage du moment, le CMTS supposera qu'un passage par zéro du compteur horodateur a eu lieu. La précision de l'instant de départ est une valeur de temps absolue avant et après l'instant de départ.

La fenêtre potentielle de saut s'étend de (instant de départ – précision) à (instant de départ + précision + durée).

Le CM DEVRAIT contenir ce TLV.

### B.8.3.22 Accusé de réception de changement dynamique de canal (DCC-ACK)

Un CMTS DOIT envoyer un message DCC-ACK en réponse à un message de changement dynamique de canal reçu, sur le nouveau canal, avec le code de confirmation mis à "arrive" (1). Le format du message DCC-ACK DOIT être conforme aux indications de la Figure B.8-41.



**Figure B.8-41/J.112 – Accusé de réception de changement dynamique de canal**

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

**ID de transaction** Identifiant de transaction à 16 bits du message DCC-RSP correspondant.

Si la confidentialité est activée, le message DCC-ACK DOIT contenir:

**Numéro de séquence de clé** Numéro de séquence de clé de Auth Key, qui est utilisé pour calculer le HMAC-Digest. (Voir au § B.C.1.4.3.)

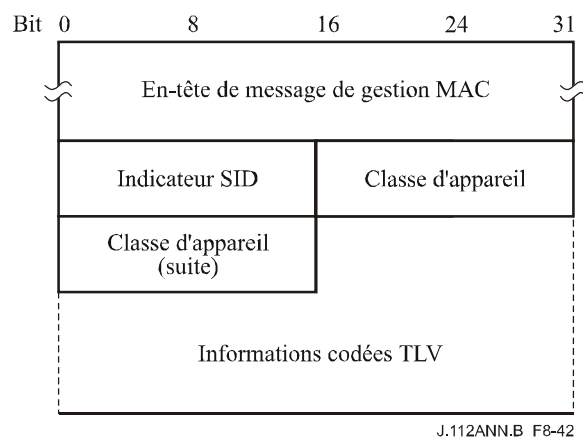
**HMAC-Digest** L'attribut HMAC-Digest est un précis de messages à clé (pour authentifier l'émetteur); il DOIT être le dernier de la liste des attributs de message de service dynamique (voir au § B.C.1.4.1).

### B.8.3.23 Demande d'identification de classe d'appareil (DCI-REQ)

Un CM PEUT implémenter le message DCI-REQ.

Lorsqu'il est implémenté, un CM DOIT transmettre un message DCI-REQ immédiatement après la réception d'une indication de télémétrie terminée provenant du CMTS. Un CM NE DOIT PAS poursuivre l'initialisation tant qu'il ne reçoit pas de message DCI-RSP en provenance du CMTS. Les informations de temporisation et de nouvelle tentative sont données en Annexe B.B.

Le message DCI-REQ DOIT être formaté comme indiqué à la Figure B.8-42.



**Figure B.8-42/J.112 – Demande d'identification de classe d'appareil**

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

**SID:** l'identifiant SID temporaire attribué pendant la télémétrie.

**Classe d'appareil:** C'est un champ de 32 bits où les bits individuels représentent les attributs individuels du modem câble. Le bit n° 0 est le LSB du champ. Les bits sont mis à 1 pour choisir les attributs définis ci-dessous:

bit n° 0: modem câble sous le contrôle du CPE (CCCM);

bits n° 1 à 31: réservés et doivent être mis à zéro.

#### B.8.3.24 Réponse d'identification de classe d'appareil (DCI-RSP)

Une réponse DCI-RSP DOIT être transmise par un système CMTS en réponse à une demande DCI-REQ reçue.

La réponse DCI-RSP DOIT être formatée comme indiqué à la Figure B.8-43.

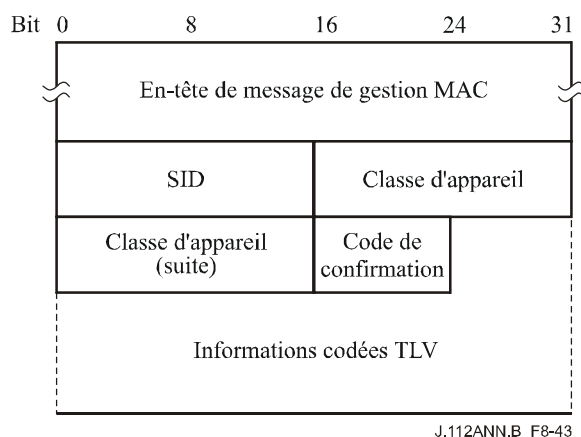


Figure B.8-43/J.112 – Réponse d'identification de classe d'appareil

Les paramètres DOIVENT être les suivants:

**SID:** l'indicateur SID reçu dans le message DCI-REQ associé.

**Classe d'appareil:** le champ classe d'appareil tel qu'il est reçu dans la demande DCI-REQ associée.

**Code de confirmation:** (voir au § B.C.4).

Le CMTS DOIT utiliser uniquement l'un des trois codes de confirmation du message DCI-RSP.

- Si la réponse est "refus temporaire" (3), le CM DOIT remettre son compteur de tentatives DCI-REQ à zéro et DOIT renvoyer un message DCI-REQ et attendre la réponse DCI-RSP avant de poursuivre.
- Si la réponse est "rejet définitif" (4), le CM DOIT mettre un terme à ses tentatives d'inscription et DOIT commencer à rechercher un canal aval différent. Le CM NE DOIT PAS essayer à nouveau ce canal tant qu'il n'a pas essayé tous les autres canaux aval DOCSIS du réseau.
- Si la réponse est positive (0), le CM DOIT poursuivre l'inscription.

Le CMTS DOIT conserver l'information de classe d'appareil en vue de l'utiliser dans le processus DHCP. Le CMTS DOIT créer un n-uplet option 82 d'agent DHCP avec l'information de classe d'appareil comme spécifié dans la [RFC 3256] et DOIT introduire ce n-uplet dans le

DHCPDISCOVER provenant du CM correspondant avant de transmettre ce DHCPDISCOVER au serveur DHCP.

### B.8.3.25 Message de gestion MAC de désactivation d'émetteur amont (UP-DIS)

Le message UP-DIS procure des fonctions supplémentaires pour désactiver le modem de façon permanente ou temporaire, ainsi que pour désactiver le modem pour une durée spécifiée. Il sert à contrôler l'admission de certains types et groupes de modems sur le réseau aussi tôt qu'immédiatement avant l'inscription. Il peut aussi être utilisé pour régler des problèmes sur le réseau, en désactivant les modems qui violent la politique du réseau, ou pour éviter une surcharge de demandes dans un grand réseau, lorsque le CMTS entre en ligne.

Ce message est sans état et peut être produit à tout moment par le CMTS. Le message UP-DIS est envoyé par un CMTS à un CM; aucune réponse n'est renvoyée par le CM au CMTS. Les messages UP-DIS peuvent être en envoi individuel, auquel cas l'adresse de destination dans l'en-tête MAC est l'adresse du modem câble choisi, ou en diffusion groupée, auquel cas l'adresse de destination est une adresse MAC bien connue en diffusion groupée (voir à l'Annexe B.A des précisions sur les adresses bien connues).

Le CMTS DOIT être capable d'envoyer le message UP-DIS. Le CMTS peut transmettre les messages UP-DIS à la suite d'un événement déclencheur détecté en interne par le CMTS, ou en réponse à une commande de gestion distante. Les mécanismes de réglage, de détection et de signalisation des situations dans lesquelles l'envoi d'un message UP-DIS pourrait être utile dépendent de l'implémentation. De même, la signalisation, qui ordonne à distance au CMTS d'émettre le message UP-DIS, ne relève pas, elle non plus, du domaine de l'Annexe B. Une des implémentations possibles peut être la commande SNMP envoyée au CMTS sur le réseau.

Les modems câble DEVRAIENT prendre en charge le message UP-DIS pour faciliter la gestion du réseau.

Etant donné que le mécanisme UP-DIS au niveau du CM est sans état, et que les modems câble ne conservent pas l'état désactivé après une coupure d'alimentation, le CMTS PEUT comporter des mécanismes de recherche des modems câbles d'après leurs adresses MAC désactivées. Les CMTS devraient renvoyer un message UP-DIS en tant que de besoin aux modems qui ont été désactivés de façon permanente par l'opérateur du réseau, puis remis sous tension par l'utilisateur pour essayer de se réinscrire. Cependant, la même fonction peut aussi être implémentée en habilitant l'infrastructure à l'inscription des modems, et donc, si le CMTS est incapable de rechercher de lui-même les modems, il DEVRAIT être capable d'envoyer le message UP-DIS en réponse à une commande externe.

Le message UP-DIS DOIT être formaté comme indiqué à la Figure B.8-44.

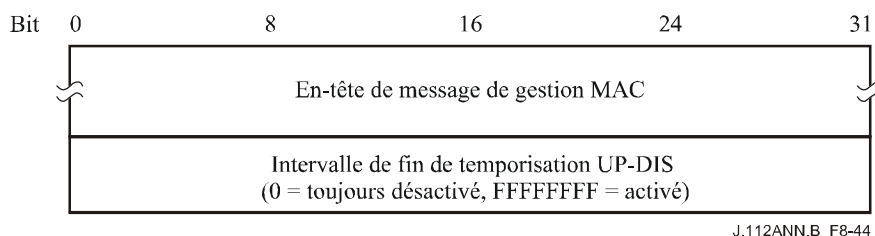


Figure B.8-44/J.112 – Format de message UP-DIS

Le seul paramètre est l'intervalle de temporisation UP-DIS, qui DOIT être codé comme suit:

**intervalle de temporisation UP-DIS** Entier non signé de 32 bits qui représente l'intervalle de temporisation de désactivation en millisecondes. Deux valeurs particulières sont définies:

000000000 désactive de façon permanente le flux amont du modem, comme décrit ci-dessous.

FFFFFFFF réinitialise à distance la couche MAC, qui restaure le fonctionnement normal du modem.

Le modem câble DOIT par lui-même désactiver immédiatement son émetteur amont à réception d'un message UP-DIS avec l'intervalle de temporisation UP-DIS = 0, sans considération d'aucun autre état de transaction (voir au § B.11), ou de l'état de son programme de contrôle. Le modem arrête toutes les émissions, mais continue à écouter les messages MAC envoyés sur le flux aval. Une fois que l'émetteur amont est désactivé, le modem câble DOIT annuler les temporisateurs T3 et T4 et NE DOIT PAS essayer de rétablir la connectivité avec le CMTS jusqu'à ce que:

- i) le modem câble soit remis sous tension;
- ii) la synchronisation aval soit perdue pendant une durée égale à la temporisation T4;
- iii) la réception d'un message UP-DIS avec un intervalle de temporisation = FFFFFFFF.

Tous les autres messages UP-DIS DOIVENT être ignorés lorsque le sens amont est désactivé.

S'il le prend en charge, le modem câble DOIT de lui-même rétablir son émetteur vers l'amont à réception d'un message UP-DIS avec l'intervalle de temporisation UP-DIS = FFFFFFFF, sans considération de toute autre état de transaction (voir au § B.11), ou de l'état de son programme de contrôle. Le rétablissement permet au modem de reprendre les transmissions.

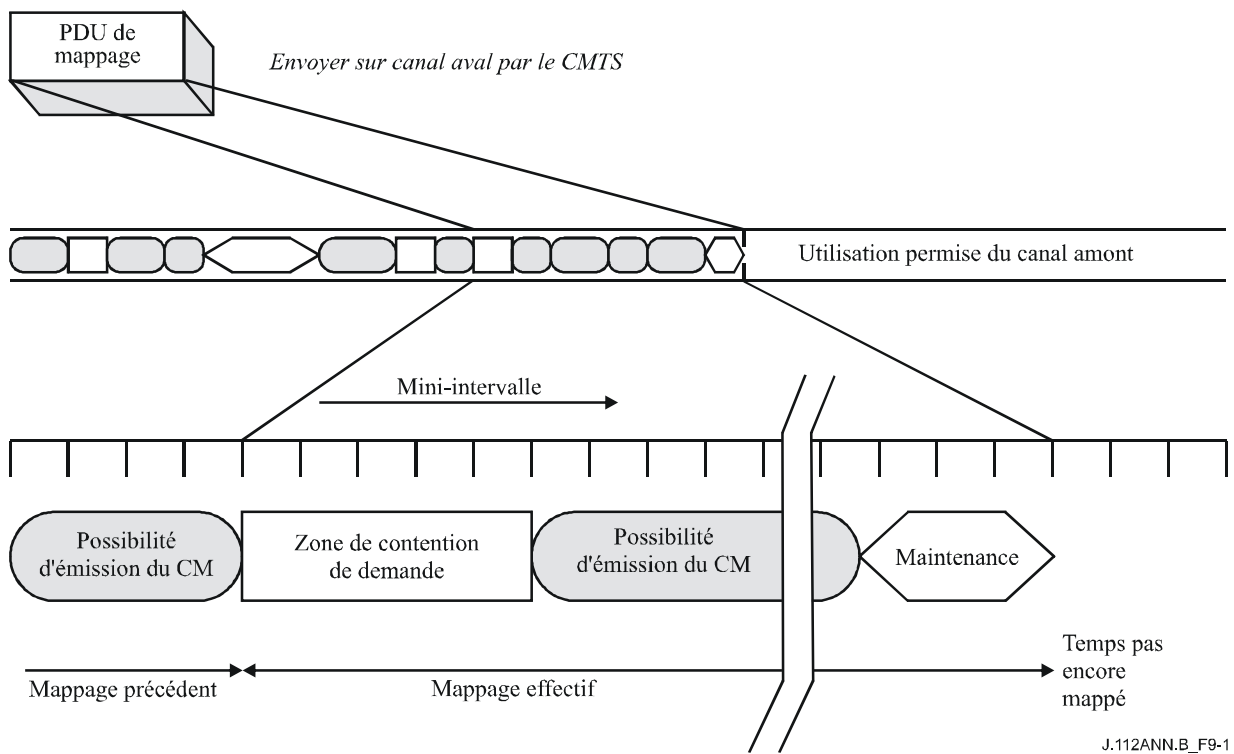
Des valeurs de temporisation supplémentaires, différentes de zéro, DEVRAIENT être prises en charge dans le message UP-DIS. S'il le prend en charge, le modem DOIT de lui-même désactiver son émetteur vers l'amont immédiatement après réception d'un message UP-DIS avec l'intervalle de temporisation UP-DIS  $T > 0$  pendant une durée de T millisecondes, sans considération de tout autre état de transaction (voir au § B.11), ou de l'état de son programme de contrôle. Bien que la temporisation T soit exprimée en millisecondes, le modem câble PEUT étendre la temporisation spécifique jusqu'à 100 ms. Lorsque la temporisation arrive à expiration, le modem câble DEVRAIT réinitialiser la commande MAC en tant que de besoin, en commençant par le processus de télémétrie initiale et l'inscription, parce qu'il n'y aucune garantie que le CMTS ne l'ait pas désenregistré. Dans l'état désactivé, tous les autres messages UP-DIS DOIVENT être ignorés, excepté un message UP-DIS avec l'intervalle de temporisation UP-DIS = FFFFFFFF ou 00000000.

## **B.9 Fonctionnement du protocole de commande d'accès au support physique**

### **B.9.1 Attribution de la largeur de bande amont**

Le canal amont est modélisé comme un flux de mini-intervalles. Le CMTS DOIT générer la référence temporelle pour identifier ces intervalles. Il DOIT aussi contrôler l'accès des modems câble à ces intervalles. Il PEUT par exemple octroyer un certain nombre d'intervalles contigus à un CM pour que celui-ci envoie une unité PDU de données. Le CM DOIT régler son émission de telle manière que le CMTS la reçoive dans la référence temporelle spécifiée. Le présent paragraphe décrit les éléments de protocole utilisés dans la demande, l'attribution et l'utilisation de la largeur de bande amont. Le mécanisme de base pour la gestion de la largeur de bande est le tableau MAP des attributions. Voir la Figure B.9-1.





**Figure B.9-1/J.112 – Tableau d'allocation (MAP)**

Le tableau MAP d'allocation est un message de gestion MAC envoyé par le CMTS sur le canal aval qui décrit, pour un certain intervalle, les utilisations auxquelles des mini-intervalles amont DOIVENT être attribués. Un MAP donné PEUT décrire certains intervalles comme des attributions à des stations particulières pour l'envoi de données, d'autres intervalles comme disponibles pour la transmission en concurrence, et d'autres intervalles comme des opportunités pour 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; l'Annexe B n'impose pas d'algorithme particulier, mais décrit les éléments de protocole par lesquels la largeur de bande est demandée et attribuée.

L'attribution de largeur de bande comporte les éléments de base suivants:

- chaque CM a un ou plusieurs identifiants de service (SID) courts (14 bits) et une adresse de 48 bits;
- la largeur de bande amont est divisée en un flux de mini-intervalles. Chaque mini-intervalle est numéroté par rapport à une référence principale maintenue à jour par le CMTS. Les informations d'horloge sont acheminées au CM par l'intermédiaire de paquets SYNC;
- les CM PEUVENT émettre des demandes de largeur de bande amont au CMTS.

Le CMTS DOIT envoyer sur le canal aval des unités PDU de MAP d'allocation définissant l'utilisation permise de chaque mini-intervalle. Le MAP est décrit ci-dessous.

### **B.9.1.1 Message de gestion MAC de tableau d'allocation (MAP)**

Le tableau d'allocation est un message de gestion MAC de longueur variable envoyé par le CMTS pour définir des opportunités de transmission sur le canal montant. Il contient un en-tête de longueur fixe suivi d'un nombre variable d'éléments d'information (IE, *information element*) au format présenté au § B.8.3.4. Chaque élément d'information définit l'usage permis d'une gamme de mini-intervalles.

On notera que le CM et le CMTS devraient tous deux partir du principe que des bits de plus faible poids (26-M) de début d'allocation et d'accusé de réception d'attribution DOIVENT être utilisés comme instants effectifs de début et d'accusé de réception du MAP (M est défini au § B.8.3.3). La relation entre les compteurs de début d'allocation/d'accusé de réception et le compteur d'horodatage est décrite plus en détail au § B.9.3.4.

### **B.9.1.2 Eléments d'information**

Chaque élément d'information est constitué d'un identifiant de service à 14 bits, d'un code de type à 4 bits et d'un décalage de départ à 14 bits tel que défini au § B.8.3.4. Comme toutes les stations DOIVENT analyser tous les éléments d'information, il est important que ces éléments soient courts et de format relativement fixe. Les éléments d'information dans un MAP sont strictement ordonnés par le décalage de départ. Dans la majorité des cas, la durée décrite dans l'élément d'information est obtenue à partir de la différence entre le décalage de départ d'IE et celui de l'IE suivant. Pour cette raison, un élément IE néant DOIT terminer la liste. Voir le Tableau B.8-20.

Quatre types d'identifiants de service sont définis:

- 1) 0x3FFF – diffusion; destiné à toutes les stations;
- 2) 0x2000-0x3FFE – multidiffusion; objet défini de manière administrative. Voir l'Annexe B.A;
- 3) 0x0001-0x1FFF – monodiffusion; destinée à un CM donné pour un service donné dans ce CM;
- 4) 0x0000 – adresse nulle; adressé à aucune station.

Tous les éléments d'information définis ci-dessous DOIVENT être pris en charge par les CM conformes. Les CMTS conformes PEUVENT utiliser tout élément d'information lorsqu'ils créent des tables d'attribution de largeur de bande.

#### **B.9.1.2.1 Elément d'information Demande**

L'élément d'information Demande fournit un intervalle amont dans lequel PEUT être formulée une demande de bande passante pour la transmission de données amont. Les caractéristiques de cet élément d'information varient en fonction de la classe d'identifiant de service. En cas de diffusion, il s'agit d'une invitation faite aux CM de concourir pour les demandes. Le paragraphe B.9.4 décrit quelle opportunité de transmission en concurrence peut être utilisée. En cas d'envoi individuel, il s'agit d'une invitation adressée à un CM donné de faire une demande de bande passante. L'envoi individuel PEUT être utilisé dans le contexte d'un schéma de programmation de la qualité de service (voir au § B.10.2). Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format de trame MAC de demande (voir au § B.8.2.5.3).

Un petit nombre d'identifiants SID de demande de priorité sont définis dans l'Annexe B.A. Ceux-ci permettent aux conflits relatifs aux IE de demande d'être limités aux flux de service ayant une priorité de trafic donnée (voir au § B.C.2.2.5.1).

#### **B.9.1.2.2 Elément d'information Demande/Données**

L'élément d'information Demande/Données fournit un intervalle amont dans lequel des demandes de largeur de bande ou des paquets de données courts PEUVENT être transmis. Cet IE se distingue de l'IE Demande de la manière suivante:

- il fournit un moyen par lequel les algorithmes d'attribution PEUVENT susciter une concurrence "immédiate" sous faible charge, et un moyen par lequel cette opportunité PEUT être supprimée lorsque la charge du réseau augmente.
- Des identifiants de service multidiffusion DOIVENT être utilisés pour spécifier la longueur de données maximale ainsi que les points de départ aléatoires permis dans l'intervalle. Un identifiant de multidiffusion particulier PEUT, par exemple, spécifier un maximum de

64 octets par paquet de données avec des opportunités de transmission tous les quatre intervalles.

Quelques identifiants de service multidiffusion communément admis sont définis dans l'Annexe B.A. D'autres sont disponibles pour les algorithmes spécifiques au fournisseur.

Etant donné que les paquets de données transmis dans cet intervalle PEUVENT entrer en collision, le CMTS DOIT accuser réception de tous ceux qui sont correctement reçus. Le paquet de données DOIT indiquer dans l'en-tête MAC que l'accusé de réception de données est souhaité (voir Tableau B.8-13).

#### **B.9.1.2.3 Elément d'information Maintenance initiale**

L'élément d'information Maintenance initiale fournit un intervalle dans lequel les nouvelles stations peuvent se joindre au réseau. Un intervalle long, équivalant au temps de propagation aller retour maximal, majoré du temps de transmission du message Demande de télémétrie (RNG-REQ) (voir au § B.9.3.3), DOIT être fourni pour permettre aux nouvelles stations d'effectuer la télémétrie initiale. Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format du message Gestion MAC RNG-REQ (voir au § B.8.3.5).

#### **B.9.1.2.4 Elément d'information Maintenance de station**

L'élément d'information Maintenance de station fournit un intervalle dans lequel il est prévu que les stations effectuent certains aspects de la maintenance ordinaire de réseau, telle que la télémétrie ou le réglage de puissance. Le CMTS PEUT demander qu'un CM particulier effectue certaines tâches liées à la maintenance du réseau, par exemple le réglage périodique de la puissance d'émission. Dans ce cas, l'élément d'information Maintenance de station est en envoi individuel afin de fournir la largeur de bande amont dans laquelle est effectuée cette tâche. Les paquets transmis dans cet intervalle DOIVENT utiliser le format de message Gestion MAC RNG-REQ (voir au § B.8.3.5).

#### **B.9.1.2.5 Eléments d'information Attribution de données longue et de données courte**

Les éléments d'information Attribution de données longue et Attribution de données courte offrent l'opportunité à un CM de transmettre une ou plusieurs unités PDU amont. Ces éléments d'information sont émis soit en réponse à une demande émanant d'une station, soit en raison d'une politique administrative destinée à fournir une certaine largeur de bande à une station donnée (voir la discussion relative à la classe de service ci-dessous). Ces éléments d'information PEUVENT aussi être utilisés avec des longueurs déduites de zéro mini-intervalle (attributions de longueur zéro) pour indiquer qu'une demande a été reçue et qu'elle est en suspens (attribution de données en suspens).

Les attributions de données courtes sont utilisées avec des intervalles inférieurs ou égaux à la taille maximale de rafale pour cet usage spécifiée dans le descripteur de canal amont. Si les profils d'attribution de données courte sont définis dans le descripteur UCD, toutes les attributions de données longues DOIVENT être destinées à un nombre de mini-intervalles plus grand que le nombre maximal pour l'attribution de données courte. La distinction entre les attributions de données courtes et longues peut être exploitée dans le codage de correction des erreurs directe de la couche Physique; sans cela, elle n'a pas de sens pour le processus d'attribution de largeur de bande.

Si cet élément d'information est une attribution de données en suspens (attribution de longueur zéro), il DOIT suivre l'élément d'information NEANT. Ceci permet au modem câble de traiter toutes les attributions en vigueur en premier, avant d'analyser la table des attributions de données en suspens et des accusés de réception de données.

#### **B.9.1.2.6 Elément d'information Accusé de réception de données**

L'élément d'information accusé de réception de données accuse réception d'une unité PDU de données. Le CM DOIT avoir demandé cet accusé de réception dans l'unité PDU de données

(normalement cela serait fait pour les unités PDU transmises dans un intervalle de concurrence afin de détecter les collisions).

Cet élément d'information DOIT être suivi de l'élément d'information NEANT. Cela permet aux modems câble de traiter toutes les attributions d'intervalles en vigueur en premier avant d'analyser le tableau MAP pour rechercher des attributions de données en suspens et des accusés de réception de données.

#### **B.9.1.2.7 Élément d'information Expansion**

L'élément d'information Expansion offre l'extensibilité nécessaire lorsque plus de 16 codets ou 32 bits seront nécessaires pour des éléments d'information futurs.

#### **B.9.1.2.8 Élément d'information Néant**

L'élément d'information Néant termine la liste des attributions/éléments d'information réels. Il est utilisé pour établir la longueur du dernier intervalle. Tous les éléments d'information Accusé de réception de données et tous les éléments d'information Attribution de données en suspens (attributions de données ayant une longueur établie de 0) DOIVENT suivre l'élément d'information Néant.

#### **B.9.1.3 Demandes**

Les demandes se rapportent au mécanisme qu'utilisent les CM pour indiquer au CMTS qu'ils ont besoin d'une attribution de largeur de bande amont. Une demande PEUT se présenter comme une transmission de trame de demande autonome (voir au § B.8.2.5.3) ou PEUT se présenter comme une demande de portage dans l'en-tête EHDR d'une autre transmission de trame (voir au § B.8.2.6).

La trame de demande PEUT être transmise durant n'importe lequel des intervalles suivants:

- IE demande;
- IE demande/données;
- IE attribution de données courte;
- IE attribution de données longue.

Une demande de portage PEUT être contenue dans les en-têtes longs suivants:

- élément EH demande;
- élément EH confidentialité amont;
- élément EH confidentialité aval avec fragmentation.

La demande DOIT contenir:

- l'identifiant de service faisant la demande;
- le nombre de mini-intervalles demandés.

Le modem câble DOIT demander le nombre de mini-intervalles nécessaire pour transmettre une trame complète, ou un fragment contenant la portion restante entière d'une trame dont une allocation précédente a causé la fragmentation. La trame peut être une seule trame MAC, ou une trame MAC formée par l'enchaînement de plusieurs trames MAC (voir au § B.8.2.5.5). La demande du modem câble DOIT être assez grande pour traiter la totalité de la redondance (surdébit) de couche Physique nécessaire (voir au § B.6.2) pour la transmission de la trame MAC ou du fragment. Le modem câble NE DOIT PAS faire une demande qui violerait les limites de taille de l'allocation de données figurant dans le message UCD (voir au § B.8.3.3) ou toute limite établie par les paramètres de qualité de service associés au flux de service.

Le CM ne DOIT avoir qu'une seule demande en suspens à la fois par ID de service. Si le CMTS ne répond pas immédiatement par une attribution de données, le CM peut déterminer sans ambiguïté

que sa demande est toujours en suspens parce que le CMTS DOIT continuer à émettre une attribution de données en suspens dans chaque MAP tant que la demande n'a pas été satisfaite.

Dans les tableaux MAP, le CMTS NE DOIT PAS faire d'attribution de données supérieure à 255 mini-intervalles à un identifiant de service attribué donné. Cela fixe la limite supérieure de la taille des attributions que le CM DOIT prendre en charge.

#### B.9.1.4 Résumé des utilisations caractéristiques des éléments d'information

Le Tableau B.9-1 présente brièvement les types de trame que le CM PEUT transmettre en utilisant chacun des types d'élément d'information MAP qui représentent les opportunités de transmission. Une entrée "DOIT" du tableau signifie que, s'il y a lieu, une application de CM conforme aux prescriptions DOIT pouvoir transmettre ce type de trame dans ce type d'opportunité. Une entrée "PEUT" signifie que l'implémentation de CM conforme aux prescriptions ne doit pas être capable de transmettre ce type de trame dans ce type d'opportunité mais qu'elle a le droit de le faire s'il y a lieu. Une entrée "NE DOIT PAS" signifie qu'un CM conforme aux prescriptions ne transmet jamais ce type de trame dans ce type d'opportunité.

**Tableau B.9-1/J.112 – Résumé de la compatibilité des caractéristiques des éléments d'information**

Élément d'information	Transmission de trame de demande	Transmission de trame MAC concaténée	Transmission de trame MAC fragmentée	Transmission de RNG-REQ	Transmission de tout autre trame MAC
IE demande	DOIT	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS
IE demande/données	DOIT	PEUT	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	PEUT
IE maintenance initiale	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	DOIT	NE DOIT PAS
IE maintenance de station	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	NE DOIT PAS	DOIT	NE DOIT PAS
IE attribution de données courte	PEUT	DOIT	DOIT	NE DOIT PAS	DOIT
IE attribution de données longue	PEUT	DOIT	DOIT	NE DOIT PAS	DOIT

#### B.9.1.5 Transmission et rythme des tableaux MAP

Le MAP d'attribution DOIT être transmis à temps pour se propager dans le câble physique et être reçu et traité par les CM de réception. En tant que tel, il PEUT être transmis nettement avant l'instant effectif. Les composantes du délai sont:

- le temps de propagation aller-retour dans le cas le plus défavorable – éventuellement propre au réseau, mais de l'ordre de centaines de microsecondes;
- le temps de mise en attente dans le CMTS – spécifique de l'implémentation;
- le temps de traitement dans les CM – DOIT permettre un temps de traitement minimal par CM spécifié dans l'Annexe B.B (temps de traitement des tableaux MAP dans le CM);
- l'entrelacement de FEC de couche PMD.

Dans ces limites, les fournisseurs peuvent souhaiter raccourcir le plus possible ce délai afin de réduire au maximum le temps de latence de l'accès au canal amont.

Le nombre de mini-intervalles décrit PEUT varier d'un MAP à l'autre. Au minimum, un MAP PEUT s'appliquer à un seul mini-intervalle, mais cela entraînerait une consommation excessive de largeur de bande aval et de temps de traitement dans les CM. Au maximum, un MAP PEUT

s'étendre sur des dizaines de millisecondes, mais un tel tableau entraînerait un temps d'attente amont défavorable. Des algorithmes d'attribution PEUVENT faire varier la taille des tableaux dans le temps pour réaliser un équilibre entre l'utilisation du réseau et les temps d'attente sous différentes charges de trafic.

Un tableau MAP DOIT contenir au minimum deux éléments d'information, un pour décrire l'intervalle et un élément d'information néant pour terminer la liste. Un tableau MAP DOIT être limité au maximum à 240 éléments d'information. Les tableaux sont également limités en ce sens qu'ils ne DOIVENT PAS décrire plus de 4096 mini-intervalles futurs. Cette valeur a pour but de limiter le nombre de mini-intervalles futurs que chaque CM doit suivre. Un CM DOIT pouvoir prendre en charge plusieurs tableaux MAP en suspens. Même si plusieurs tableaux MAP peuvent être en suspens, le nombre total de mini-intervalles qu'ils décrivent NE DOIT PAS dépasser 4096.

L'ensemble formé de tous les tableaux DOIT décrire chaque mini-intervalle de canal amont. Si un CM ne PEUT pas recevoir un tableau MAP décrivant un intervalle particulier, il NE DOIT PAS transmettre au cours de cet intervalle.

### B.9.1.6 Exemple de protocole

Le présent paragraphe donne un aperçu de l'échange entre le CM et le CMTS lorsque le CM a des données à émettre (Figure B.9-2). Supposons un CM ayant une unité PDU de données prête à l'émission.

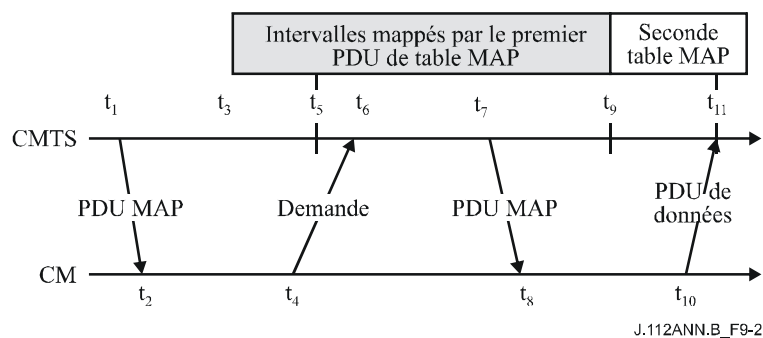


Figure B.9-2/J.112 – Exemple de protocole

#### Description

- 1) A l'instant  $t_1$ , le CMTS émet un tableau MAP dont l'instant de début effectif est  $t_3$ . Ce tableau MAP contient un élément d'information Demande qui commencera à  $t_5$ . La différence entre  $t_1$  et  $t_3$  est nécessaire:
  - pour que le temps de propagation aval (y compris l'entrelacement FEC) permette à tous les CM de recevoir le tableau MAP;
  - pour le temps de traitement au niveau du CM (permet au CM d'analyser le tableau MAP et de la traduire en opportunités d'émission);
  - pour le temps de propagation amont (pour que l'émission, par le CM, des premières données amont puisse commencer à temps pour parvenir au CMTS à l'instant  $t_3$ ).
- 2) A l'instant  $t_2$ , le CM reçoit ce tableau MAP et l'analyse au niveau des opportunités de demande. Afin de limiter autant que possible les collisions de demandes, il calcule l'instant  $t_6$  comme un décalage aléatoire fondé sur la valeur de début de temporisation de données dans le tableau MAP le plus récent (voir au § B.9.4 ainsi que les définitions de SID de multidiffusion au § B.A.2).

- 3) A l'instant  $t_4$ , le CM émet une demande portant sur le nombre de mini-intervalles nécessaires pour prendre en charge la PDU. L'instant  $t_4$  est choisi sur la base du décalage de télémétrie (voir au § B.9.3.3) de telle manière que la demande parvienne au CMTS à l'instant  $t_6$ .
- 4) A l'instant  $t_6$ , le CMTS reçoit la demande et la planifie au niveau du service dans le tableau MAP suivant. (Le choix des demandes qu'il convient de satisfaire dépendra de la classe de service demandée, des demandes concurrentes et de l'algorithme utilisé par le CMTS.)
- 5) A l'instant  $t_7$ , le CMTS émet à un tableau MAP dont l'instant de début effectif est  $t_9$ . Dans ce tableau MAP, une attribution de données au CM commencera à l'instant  $t_{11}$ .
- 6) A l'instant  $t_8$ , le CM reçoit le tableau MAP et l'analyse pour l'attribution de données.
- 7) A l'instant  $t_{10}$ , le CM émet son unité PDU de données, de telle manière qu'elle arrivera au CMTS à l'instant  $t_{11}$ . L'instant  $t_{10}$  est calculé à partir du décalage de télémétrie, comme à l'étape 3.

Les étapes 1 et 2 n'ont pas besoin de contribuer au temps d'attente d'accès si les CM tiennent régulièrement à jour une liste des opportunités de demande.

A l'étape 3, la demande PEUT entrer en collision avec des demandes émanant d'autres CM, et se perdre. Le CMTS ne détecte pas directement la collision. Le CM constate qu'une collision a eu lieu (ou une autre défaillance de réception) lorsque le tableau MAP suivant ne comporte pas d'accusé de réception de la demande. Le CM DOIT alors effectuer un algorithme de temporisation et faire une nouvelle tentative (voir au § B.9.4.1).

A l'étape 4, le programmeur du CMTS PEUT ne pas réussir à traiter la demande dans le tableau MAP suivant. Si c'est le cas, il DOIT répondre par une attribution de longueur zéro dans ce MAP ou écarter la demande en n'octroyant rien. Il DOIT continuer à signaler cette attribution de longueur zéro dans tous les tableaux successifs jusqu'à ce que la demande puisse être acceptée ou refusée. Ceci DOIT signaler au CM que la demande est toujours en suspens. Aussi longtemps que le CM reçoit des attributions de longueur zéro, il NE DOIT PAS émettre de nouvelles demandes pour cette file d'attente de service.

## **B.9.2 Prise en charge de canaux multiples**

Les fournisseurs PEUVENT choisir de proposer différentes combinaisons de canaux amont et aval au sein d'un point d'accès au service MAC. Le protocole d'attribution de largeur de bande dans le sens amont permet de gérer plusieurs canaux amont par un ou plusieurs canaux aval.

Si plusieurs canaux amont sont associés à une seule voie aval, le CMTS DOIT envoyer un tableau d'attribution MAP par canal amont. L'identifiant de canal du tableau MAP, pris avec le message de descripteur de canal amont (voir au § B.8.3.3), DOIT spécifier à quel canal chaque tableau MAP s'applique. Il n'est pas prescrit de synchroniser les tableaux pour tous les canaux. L'Annexe B.H fournit un exemple.

Si plusieurs canaux aval sont associés à un seul canal amont, le CMTS DOIT s'assurer que le tableau MAP d'attribution est bien reçu par tous les CM. Cela signifie que si des CM sont associés à un canal aval particulier, le MAP DOIT être transmis sur ce canal. Ceci PEUT nécessiter la transmission de plusieurs copies du même MAP. L'instant de début d'attribution dans l'en-tête MAP DOIT toujours de rapporter à la référence de synchronisation du canal aval sur lequel il est transmis.

Si plusieurs canaux aval sont associés à plusieurs canaux amont, il PEUT s'avérer nécessaire que le CMTS transmette plusieurs copies des différents tableaux afin de s'assurer que tous les canaux amont sont mappés et que tous les CM ont reçu les tableaux nécessaires.

### **B.9.3 Rythme et synchronisation**

L'un des principaux défis posés par la définition d'un protocole MAC pour un réseau câblé est de compenser les temps de propagation importants qu'il implique. L'ordre de grandeur de ces temps de propagation est supérieur aux temps de rafale de transmission amont. Pour compenser ces temps de propagation, le modem câble DOIT être capable de synchroniser ses émissions de manière précise de sorte qu'elles arrivent au CMTS au début du mini-intervalle attribué.

A cet effet, chaque modem câble nécessite deux informations:

- une référence horaire universelle envoyée par le CMTS dans le sens aval à tous les modems câble;
- un décalage de synchronisation, calculé pendant le procédé de télémétrie pour chaque modem câble.

#### **B.9.3.1 Référence horaire universelle**

Le CMTS DOIT créer une référence horaire universelle en transmettant le message de gestion MAC de synchronisation horaire (SYNC) dans le sens aval à une fréquence désignée. Le message contient un horodateur qui identifie exactement le moment auquel le CMTS a transmis le message. Les modems câble DOIVENT ensuite comparer l'heure réelle à laquelle le message a été reçu avec l'horodateur et ajuster leurs références d'horloge locale en conséquence.

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 § B.9.3.3, le modèle part de l'hypothèse que les retards de synchronisation dans le reste de la couche Physique DOIVENT être relativement constants, à l'exception des décalages de rythme spécifiés au § B.8.3.7 relatifs aux changements de rapidité de modulation pour composer avec une implémentation de récepteur amont DOCSIS ordinaire. Toute variation des retards de couche Physique DOIT être prise en compte dans l'intervalle de garde du surdébit de couche Physique.

Il est prévu que l'intervalle nominal entre messages SYNC sera de plusieurs dizaines de millisecondes. Ceci impose un surdébit très faible dans le sens aval tout en laissant les modems câble acquérir rapidement leur synchronisation horaire universelle.

#### **B.9.3.2 Acquisition de canal CM**

Aucun modem câble NE DOIT utiliser le canal amont avant d'être synchronisés correctement par rapport au sens aval.

Le modem câble DOIT tout d'abord établir une synchronisation de la sous-couche PMD. Ceci implique qu'il soit verrouillé sur la bonne fréquence, qu'il ait égalisé le canal aval, qu'il ait récupéré tout verrouillage de trames de sous-couche PMD et que la correction FEC soit opérationnelle (voir au § B.11.2.2). 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 au § B.7). Après avoir détecté l'identifiant PID MCNS DOCSIS bien connu, avec l'indicateur de début d'unité de capacité utile conformément à la Rec. [UIT-T H.222.0], il livre la trame MAC à la sous-couche MAC.

La sous-couche MAC DOIT alors chercher les messages de gestion MAC de synchronisation horaire (SYNC). Le modem câble 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 modem câble 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'Annexe B.B) s'est écoulé sans message de synchronisation valide, un modem câble NE DOIT PAS utiliser le canal amont et DOIT tenter de rétablir la synchronisation.



### **B.9.3.3 Télémétrie**

La télémétrie est le processus d'acquisition du décalage de synchronisation correct permettant d'aligner les transmissions du modem câble sur la bonne frontière de mini-intervalle. Les retards de synchronisation à travers la couche PHY DOIVENT être relativement constants, à l'exception des décalages de rythme spécifiés au § B.8.3.7 relatifs aux changements de rapidité de modulation pour composer avec une implémentation de récepteur amont DOCSIS ordinaire. Toute variation des retards de couche Physique DOIT être pris en compte dans l'intervalle de garde de la redondance de sous-couche PMD dans le sens amont.

Un modem câble DOIT tout d'abord se synchroniser par rapport au sens aval et apprendre les caractéristiques de canal amont par le message de gestion MAC de descripteur de canal amont. A ce niveau, le modem câble DOIT examiner le message MAP d'attribution de largeur de bande pour trouver une région de maintenance initiale. (voir au § B.9.1.2.4.) 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 modem câble DOIT assembler un message de demande de télémétrie à envoyer à une 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 mise en oeuvre particulière et DOIT inclure la latence d'entrelacement de la couche Physique dans le sens aval.

Lorsqu'il existe une opportunité de transmission de maintenance initiale, le modem câble DOIT envoyer le message de demande de télémétrie. Ainsi, le modem câble 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 modem câble donné. Ce message de réponse de télémétrie DOIT contenir un identifiant SID temporaire qui est attribué à ce modem câble jusqu'à ce que le processus d'inscription 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 modem câble DOIT alors attendre une région de maintenance de station individuelle attribuée à son identifiant SID temporaire. Il DOIT ensuite transmettre un message de demande de télémétrie, en utilisant cette fois l'identifiant 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 modem câble avec tout réglage fin supplémentaire requis. Les étapes de demande/réponse de télémétrie DOIVENT être répétées jusqu'à ce que la réponse contienne une notification de télémétrie satisfaisante. Cela réussi, le modem câble DOIT se joindre aux transmissions de données normales dans le sens amont. Voir au § B.11 les détails complets 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.11.2.4.

NOTE – Le type de rafale à utiliser pour toute transmission est défini par le code d'utilisation d'intervalle (IUC, *interval usage code*). Chaque code IUC est mappé en un type de rafale dans le message UCD.

### **B.9.3.4 Unités et relations horaires**

Le message SYNC porte une référence horaire mesurée en tops de 6,25  $\mu$ s. Une résolution additionnelle de 6,25/64  $\mu$ 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'un canal amont particulier, une seule référence horaire SYNC peut être utilisée pour tous les canaux amont associés au canal aval.

Le tableau MAP d'attribution de largeur de bande utilise des unités de temps de "mini-intervalles". Un mini-intervalle représente l'octet d'horaire nécessaire à la transmission d'un nombre fixe d'octets. Le mini-intervalle est supposé représenter ici 16 octets d'horaire, mais ce choix n'est pas limité à cette valeur. La taille du mini-intervalle, exprimée comme un multiple de la référence horaire SYNC, est acheminée dans le descripteur de canal amont. L'exemple dans le Tableau B.9-2 illustre la relation entre les mini-intervalles et les tops d'horloge SYNC:

**Tableau B.9-2/J.112 – Exemple de relation entre les mini-intervalles et les tops d'horloge**

Paramètre	Exemple de valeur
Top d'horloge	6,25 ms
Octets par mini-intervalle	16 (nominal, en utilisant la modulation QPSK)
Symboles/octet	4 (dans l'hypothèse de QPSK)
Symboles/s	2 560 000
Mini-intervalles/s	40 000
Microsecondes/mini-intervalle	25
Tops/mini-intervalle	4

Noter que le rapport symboles/octet est une caractéristique d'une transmission en rafale individuelle et non une caractéristique du canal. Dans ce cas, un mini-intervalle peut représenter 16 ou 32 octets, selon la modulation choisie.

Un "mini-intervalle" est l'unité de granularité d'opportunités de transmission amont. Cela n'implique pas qu'une unité PDU puisse réellement être transmise dans un seul mini-intervalle.

Le tableau 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  $(N \times T \times 64)$ , 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 1 – 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 nécessaires au CM et PEUVENT être ignorés.

NOTE 2 – 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.9.4 Transmission amont et résolution de conflits**

Le CMTS commande les attributions dans le canal amont par le tableau MAP et détermine les mini-intervalles susceptibles d'entrer en collision. Le CMTS PEUT autoriser des collisions pour les unités PDU de données ou de demande.

Le présent paragraphe donne un aperçu général de la transmission amont et de la résolution de conflits. Pour des raisons de simplicité, elle fait état des décisions que prend un CM, mais il s'agit uniquement d'un moyen didactique. Etant donné qu'un CM PEUT avoir plusieurs flux de service amont (ayant chacun son propre identifiant SID), il prend ces décisions sur la base de la file de service ou de l'indicateur SID. Voir à l'Annexe B.K le diagramme de transition d'état et d'autres précisions.

### B.9.4.1 Aperçu général de la résolution de conflits

La méthode obligatoire de résolution de conflits 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 au titre du message MAC de tableau d'attribution de largeur de bande (MAP, *bandwidth allocation 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.

Chaque fois qu'un CM veut émettre dans une région de concurrence, il DOIT entrer dans le processus de résolution de conflits en réglant sa fenêtre d'attente interne sur le début d'attente de données défini dans le tableau MAP en vigueur.

NOTE 1 – Le tableau MAP en vigueur est celui dont l'instant de début d'attribution a eu lieu mais qui comporte des éléments IE qui ne se sont pas produits.

Le CM DOIT sélectionner de manière aléatoire un nombre dans sa fenêtre d'attente. Cette valeur aléatoire indique le nombre d'opportunités de transmission en concurrence que le CM DOIT laisser passer avant de transmettre. Un CM ne DOIT considérer que les opportunités de transmission en concurrence pour lesquelles la transmission considérée aurait été admissible. Celles-ci sont définies soit par les éléments IE Demande, soit par les éléments Demande/Données contenus dans le tableau MAP.

NOTE 2 – Chaque élément d'information peut représenter plusieurs opportunités 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. Le CM doit laisser passer 11 opportunités de transmission en concurrence. Si le premier élément Demande disponible est pour 6 demandes, le CM ne l'utilise pas et doit laisser passer cinq autres opportunités. Si l'élément Demande suivant est pour 2 demandes, le CM doit encore laisser passer trois opportunités. Si le troisième élément Demande est destiné à huit demandes, le CM transmet à la quatrième demande, après avoir laissé passer encore trois opportunités.

Après une transmission en concurrence, le CM attend une attribution de données (attribution de données en attente) ou un accusé de réception dans un tableau MAP suivant. Une fois que l'un ou l'autre est reçu, la résolution de conflits est terminée. Le CM détermine que la transmission en concurrence a été perdue lorsqu'il trouve un tableau MAP sans attribution de données (attribution de données en attente) ou accusé de réception de données 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 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.

NOTE 3 – Les éléments d'information Accusé de réception de données sont destinés seulement à la détection de collisions et ne sont pas conçus pour la fourniture d'un transport fiable (dont sont chargées les couches supérieures). Si un tableau MAP est perdu ou endommagé, un CM qui attend un accusé de réception de données DOIT partir du principe que la transmission de ses données en concurrence a abouti et NE DOIT PAS retransmettre le paquet de données. Cela évite que le CM envoie sans nécessité des paquets dupliqués.

Ce procédé de répétition se poursuit jusqu'à ce que le nombre maximal de répétitions (16) soit atteint, moment auquel l'unité PDU DOIT être écartée.

NOTE 4 – 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 en envoi individuel à un quelconque moment alors qu'il attend cet identifiant SID, il DOIT interrompre le procédé de résolution de conflits et utiliser l'opportunité de transmission explicite.

Le CMTS dispose d'une grande souplesse dans le contrôle de résolution de conflits. D'une part, le CMTS peut choisir de configurer début et fin d'attente de données de manière à émuler une attente

de style Ethernet avec son association de simplicité et structure distribuée, mais également ses caractéristiques d'égalité et d'efficacité. Cela sera réalisé par le réglage de valeur initiale = 0 et de valeur maximale = 10 dans le 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 le tableau MAP, de façon que tous les modems CM utilisent la même fenêtre d'attente, si possible la meilleure.

Un modem câble émettant une demande RNG-REQ dans l'élément d'information Maintenance initiale DOIT effectuer une réduction de puissance binaire exponentielle tronquée en utilisant le début d'attente de télémétrie et la fin d'attente de télémétrie pour contrôler la fenêtre d'attente. L'algorithme fonctionne de la même façon que les transmissions de données, sauf pour le calcul des opportunités de transmission qui est décrit au § B.9.4.2.

#### **B.9.4.2 Opportunités d'émission**

Une opportunité d'émission est définie comme étant un mini-intervalle dans lequel un CM peut être autorisé à débiter une émission. Les opportunités d'émission s'appliquent normalement aux opportunités en concurrence et servent à calculer la quantité appropriée à retarder dans le processus de résolution de conflits.

Le nombre d'opportunités d'émission associées à un élément d'information particulier d'un tableau 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 une taille de rafale REQ qui s'insère dans un seul mini-intervalle, 12 opportunités d'émission sont alors 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 identifiant SID de 0x3FF4 (voir l'Annexe B.A), un CM peut théoriquement commencer une émission dans chaque quatrième mini-intervalle. Cet élément d'information contient donc un total de six opportunités d'émission (TX OP, *transmit opportunities*). De même, un SID de 0x3FF6 implique quatre TX OP; un SID de 0x3FF8 implique trois TX OP et un SID de 0x3FFC implique deux TX OP.

Pour un élément d'information 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 télémésuré.

Les éléments d'information Maintenance de station, Attribution de données courte et Attribution de données longue sont spécifiés pour la monodiffusion et ne sont donc pas normalement associés aux opportunités d'émission en concurrence. Ils représentent une unique opportunité d'émission spécialisée ou fondée sur une réservation.

En résumé, voir le Tableau B.9-3:

**Tableau B.9-3/J.112 – Opportunités d'émission**

Intervalle	Type de SID	Opportunité d'émission
Demande	Diffusion	Nombre de mini-intervalles requis pour une demande
Demande	Multidiffusion	Nombre de mini-intervalles requis pour une demande
Demande/données	Diffusion	Non autorisé
Demande/données	Multidiffusion annoncée	Comme défini par le SID dans l'Annexe B.A
Demande/données	Multidiffusion	Algorithmes propres au vendeur
Maintenance initiale	Diffusion	Opportunité d'émission constituée d'un intervalle entier

### **B.9.4.3 Utilisation de la largeur de bande par le modem câble**

Les règles suivantes régissent les réactions qu'un CM peut avoir lorsqu'il traite les tableaux de mappage.

NOTE – Ces comportements normalisés peuvent être neutralisés par la politique de demande/transmission du CM (voir au § B.C.2.2.6.3).

- 1) Un CM DOIT avant tout utiliser les attributions qui lui sont affectées. Le CM DOIT ensuite utiliser toute demande REQ qui lui est faite en envoi individuel. Enfin, le CM DOIT utiliser les prochains éléments d'information REQ ou REQ/Data diffusés/multidiffusés disponibles auxquels il est éligible.
- 2) Un CM NE DOIT PAS avoir plus d'une demande en attente à la fois pour un ID de service particulier.
- 3) Si un CM a une demande en attente, il ne DOIT PAS utiliser d'intervalles en concurrence survenant entre-temps pour cet identifiant de service.

### **B.9.5 Prise en charge du chiffrement de liaison de données**

Les procédures de prise en charge du chiffrement de liaison de données sont définies dans [UIT-T J.125]. L'interaction entre la couche MAC et le système de sécurité se limite aux points définis ci-dessous.

#### **B.9.5.1 Messages de commande MAC**

Les messages de gestion de commande MAC (voir au § B.8.3) ne DOIVENT PAS être chiffrés, sauf dans certains cas lorsqu'une telle trame est incluse dans une rafale fragmentée concaténée en amont (voir au § B.8.2.7.1).

#### **B.9.5.2 Verrouillage des trames**

Les règles suivantes DOIVENT être suivies lorsque le chiffrement est appliqué à une unité PDU de données:

- l'élément d'en-tête étendu de confidentialité de [UIT-T J.125] 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 comme PDU de données vers la sous-couche MAC du câble.

### **B.10 Qualité de service et fragmentation**

L'Annexe B introduit plusieurs concepts nouveaux relatifs à la qualité de service (QS) qui sont absents de [UIT-T J.125]. Il s'agit des suivants:

- classification des paquets et identification des flux;
- programmation de la QS d'un flux de service;

- établissement de service dynamique;
- fragmentation;
- modèle d'activation en deux phases.

### B.10.1 Fonctionnement théorique

Les divers mécanismes du protocole DOCSIS qui sont décrits dans l'Annexe B peuvent être utilisés afin d'assurer la qualité de service (QS) dans le trafic amont aussi bien qu'aval passant par le CM et par le CMTS. Le présent paragraphe donne un aperçu général des mécanismes du protocole de QS et de leur participation à la QS de bout en bout.

Les exigences de qualité de service sont en particulier les suivantes:

- une fonction de configuration et d'inscription pour préconfigurer des **flux de service** de QS et des paramètres de trafic fondés sur le CM;
- une fonction de signalisation pour établir dynamiquement des flux de service et des paramètres de trafic avec activation de QS;
- une fonction de mise en forme et de contrôle du trafic pour la gestion du trafic sur la base des flux de service, appliquée au trafic provenant de l'interface avec les services de couche supérieure et allant vers l'interface radioélectrique;
- l'utilisation des paramètres de programmation temporelle MAC et de trafic pour les flux de service amont;
- l'utilisation des paramètres de trafic de QS pour les flux de service aval;
- la classification des paquets arrivant de l'interface avec les services de couche supérieure et allant vers un certain flux de service actif;
- le groupage des propriétés d'un flux de service en **classes de service**, de façon que des entités de couche supérieure et des applications externes (situées aussi bien dans le CM que dans le CMTS) puissent demander de manière mondialement cohérente des flux de service possédant les paramètres de QS recherchés.

Le principal mécanisme permettant de fournir une QS améliorée consiste à classer les paquets qui traversent l'interface radioélectrique de commande MAC afin de constituer un **flux de service**. Celui-ci est un flux de paquets dans un seul sens, auquel une qualité de service particulière est fournie. Le CM et le CMTS fournissent cette QS en mettant en forme, en contrôlant et en priorisant le trafic en fonction de **l'ensemble des paramètres de QS** qui a été défini pour le flux de service.

Le principal objectif des caractéristiques de QS ici décrite consiste à définir l'ordre temporel et spatial de la transmission à l'interface radioélectrique. Mais il est souvent nécessaire que ces caractéristiques fonctionnent en même temps que des mécanismes situés au-delà de l'interface radioélectrique afin de fournir une QS de bout en bout ou de contrôler le comportement des CM. Les comportements suivants sont par exemple autorisés:

- des bases MIB de CM peuvent définir des politiques qui remplacent l'octet de type (TOS, *type of service*). De telles politiques sont hors du domaine d'application de la spécification d'interface RFI. Dans le sens amont, le système CMTS contrôle le réglage de l'octet de type TOS sans tenir compte de la façon dont cet octet est déterminé ni de l'auteur de cette détermination (l'expéditeur ou la politique du CM);
- la mise en file d'attente des paquets de flux de service aval dans le système CMTS peut être fondée sur l'octet de type TOS;
- les flux de service aval peuvent être reclassifiés par le CM afin de fournir des services améliorés au réseau du côté abonné.

Les flux de service vont aussi bien vers l'amont que vers l'aval, sans être forcément activés pour acheminer du trafic. Ils possèdent un **identifiant de flux de service** (SFID) de 32 bits qui est

attribué par le système CMTS. Tous les flux de service ont un identifiant SFID. Les flux de service amont qui sont actifs et admis possèdent également un **identifiant de service** (SID) de 14 bits.

Au moins deux flux de service doivent être définis dans chaque fichier de configuration: l'un pour le service amont et l'autre pour le service aval. Le premier flux de service amont constitue le **flux de service amont primaire**: c'est le flux de service utilisé par défaut pour le trafic non classifié par ailleurs, y compris les messages de gestion MAC et les unités de données PDU. Le premier flux de service aval constitue le **flux de service aval primaire**. Les flux de service additionnels qui sont définis dans le fichier de configuration créent des flux de service auxquels des services de QS sont fournis.

Théoriquement, les paquets entrants sont mis en concordance avec un **classificateur** qui détermine le flux de service QS vers lequel chaque paquet est transmis. Le classificateur peut examiner l'en-tête LLC ou l'en-tête IP/TCP/UDP du paquet ou une combinaison des deux. Si le paquet correspond à un des classificateurs, il est transmis vers le flux de service indiqué par l'attribut d'identifiant SFID du classificateur. Si le paquet ne correspond pas à un classificateur, il est transmis vers le flux de service primaire.

### **B.10.1.1 Concepts**

#### **B.10.1.1.1 Flux de service**

Un **flux de service** est un service de transport de couche MAC qui assure le transport dans un seul sens de paquets émis soit vers l'amont par le CM soit vers l'aval par le CMTS (voir Note 1). Un flux de service est caractérisé par un ensemble de **paramètres de QS** tels que la latence (temps de passage), la gigue et les garanties de débit utile. Afin de normaliser le fonctionnement entre CM et CMTS, ces attributs contiennent des détails sur la façon dont le CM demande des mini-intervalles amont et sur le comportement attendu du programmeur temporel amont du CMTS.

NOTE 1 – Selon cette définition, un flux de service n'a pas de relation directe avec le concept de "flux" tel que défini par le Groupe de travail des services intégrés (intserv) de l'IETF [RFC 2212]. Un flux intserv est un ensemble de paquets partageant des extrémités de couche Transport. Plusieurs flux intserv peuvent être desservis par un même flux de service. Mais les classificateurs d'un flux de service PEUVENT être fondés sur des critères IEEE 802.1P/Q et peuvent ne pas implémenter de flux intserv du tout.

Un flux de service se caractérise partiellement par les attributs suivants (voir Note 2):

- **ServiceFlowID**: ce paramètre existe pour tous les flux de service.
- **ServiceID**: ce paramètre n'existe que pour les flux de service amont admis ou actifs.
- **ProvisionedQosParamSet**: ce paramètre définit un ensemble de paramètres de QS qui apparaît dans le fichier de configuration et qui est présenté au cours de l'inscription. Ce paramètre PEUT définir la limite initiale pour les autorisations permises par le module correspondant. L'attribut ProvisionedQosParamSet est défini une seule fois, au moment où le flux de service est créé par inscription.
- **AdmittedQosParamSet**: ce paramètre définit un ensemble de paramètres de QS pour lesquels le système CMTS (et éventuellement le CM) réservent des ressources. La principale ressource à réserver est la largeur de bande mais il peut également s'agir de toute autre ressource de mémoire ou liée au temps nécessaire pour activer ensuite le flux.
- **ActiveQosParamSet**: ce paramètre définit un ensemble de paramètres de QS qui déterminent le service réellement fourni au flux de service. Seul un flux de service actif peut transmettre des paquets.

NOTE 2 – Certains attributs sont issus de la liste d'attributs ci-dessus. Le nom de classe de service est un attribut du paramètre ProvisionedQosParamSet. L'état d'activation du flux de service est déterminé par le paramètre ActiveQosParamSet qui, s'il a la valeur néant, indique que le flux de service est inactif.

NOTE 3 – Le paramètre ProvisionedQosParamSet a la valeur néant lorsqu'un flux est créé dynamiquement.

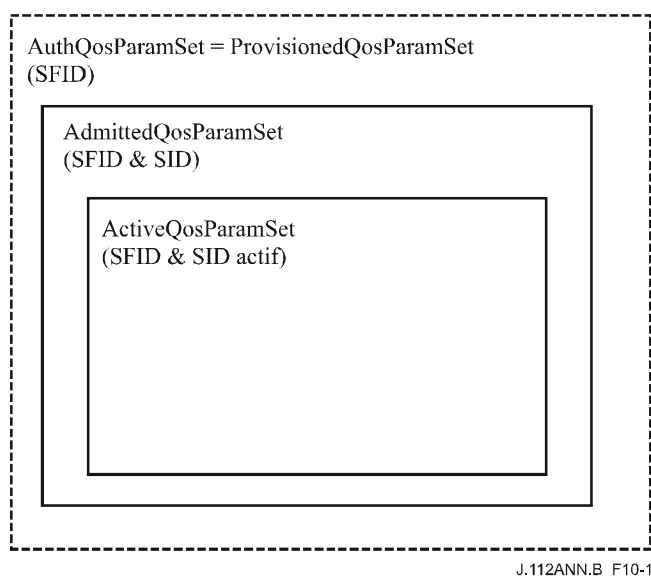
Un flux de service existe lorsque le CMTS lui attribue un identifiant de flux de service (SFID) qui sert d'identifiant principal du flux de service dans le CM et dans le CMTS. Un flux de service existant possède au moins un identifiant SFID et un sens associé.

Le **module d'autorisation** est une fonction logique contenue dans le CMTS qui approuve ou refuse toute modification des paramètres et classificateurs associés à un flux de service. Par nature, il définit une "enveloppe" qui limite les valeurs possibles des paramètres AdmittedQosParameterSet et ActiveQosParameterSet.

La relation entre les ensembles de paramètres de QS est indiquée dans les Figures B.10-1 et B.10-2. Le paramètre ActiveQosParameterSet est toujours un sous-ensemble (voir Note 4) du paramètre AdmittedQosParameterSet qui est toujours un sous-ensemble de "l'enveloppe" autorisée. Dans le modèle d'autorisation dynamique, cette enveloppe est déterminée par le module d'autorisation (appelé AuthorizedQosParameterSet). Dans le modèle d'autorisation par mise à disposition, cette enveloppe est déterminée par le paramètre ProvisionedQosParameterSet. (On trouvera au § B.10.1.4 de plus amples informations sur les modèles d'autorisation.)

NOTE 4 – Pour déclarer que l'ensemble de paramètres de QS A est un sous-ensemble de l'ensemble de paramètres de QS B, les conditions suivantes DOIVENT être satisfaites pour tous les paramètres de QS contenus dans les ensembles A et B:

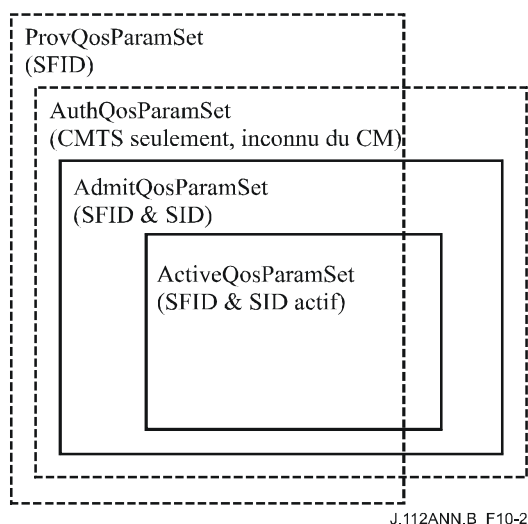
- (une valeur paramétrique de QS plus petite indique moins de ressources, par exemple en terme d'intensité maximale de trafic) A est un sous-ensemble de B si le paramètre contenu en A est inférieur ou égal au même paramètre en B);
- (une valeur paramétrique de QS plus grande indique moins de ressources, par exemple en termes de gigue d'attribution tolérée) A est un sous-ensemble de B si le paramètre contenu en A est supérieur ou égal au même paramètre en B;
- (le paramètre de QS spécifie un intervalle périodique, par exemple l'intervalle nominal entre attributions) A est un sous-ensemble de B si le paramètre contenu en A est un multiple entier du même paramètre en B;
- (le paramètre de QS n'est pas quantitatif, par exemple le type de programmation d'un flux de service) A est un sous-ensemble de B si le paramètre contenu en A est égal au même paramètre en B.



J.112ANN.B\_F10-1

**Figure B.10-1/J.112 – Enveloppes du modèle d'autorisation par mise à disposition**





**Figure B.10-2/J.112 – Enveloppes du modèle d'autorisation dynamique**

Il est utile de distinguer les trois types suivants de flux de service:

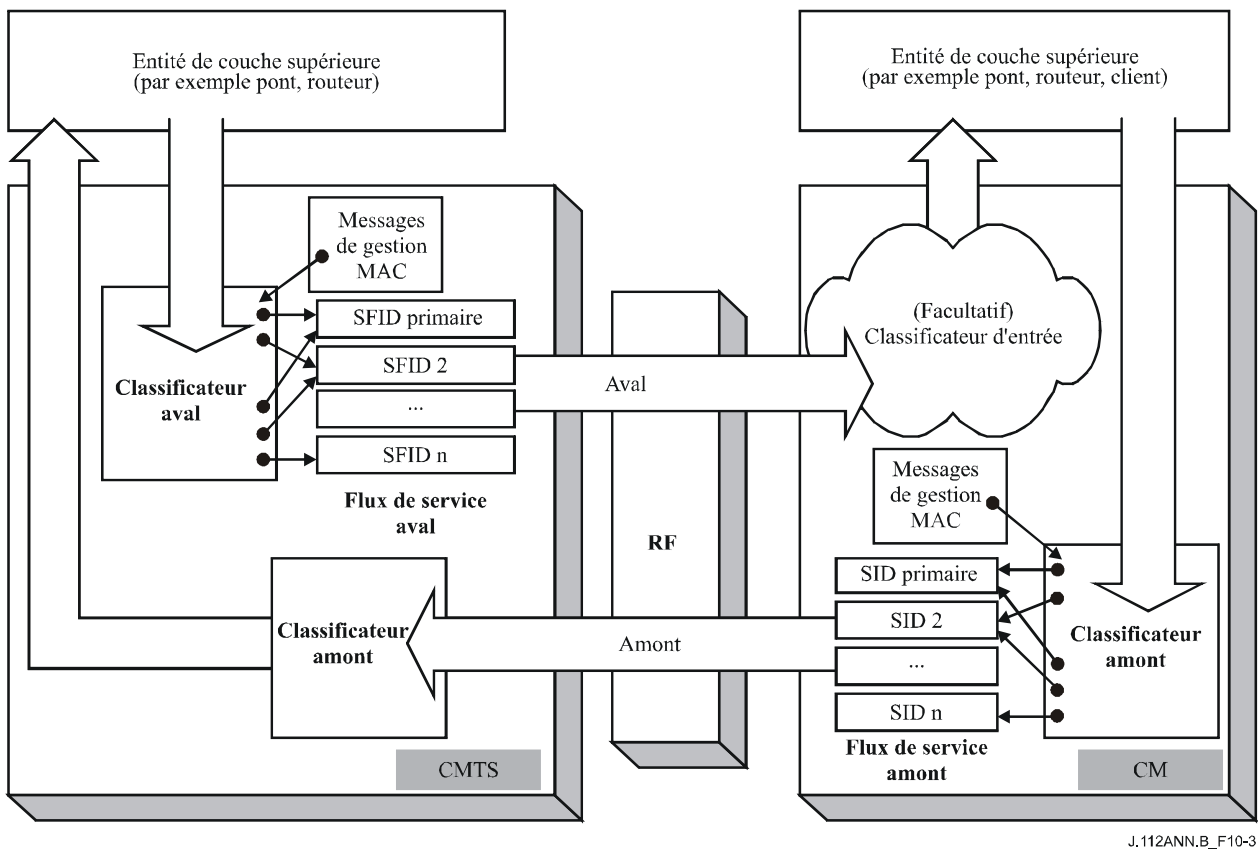
- **mis à disposition:** ce type de flux de service est formé par mise à disposition au moyen du fichier de configuration. Ses paramètres AdmittedQosParamSet et ActiveQoSParamSet sont tous deux à la valeur néant. Un **flux de service mis à disposition** peut avoir ou ne pas avoir de classificateurs associés. S'il en a, ces classificateurs NE DOIVENT PAS être utilisés pour classifier des paquets dans le flux, quel que soit l'état d'activation du classificateur;
- **admis:** ce type de flux de service possède des ressources réservées par le CMTS pour son ensemble AdmittedQosParamSet mais ces paramètres ne sont pas actifs (c'est-à-dire que la valeur du paramètre ActiveQosParamSet est néant). Les **flux de service admis** peuvent avoir été mis à disposition ou avoir été signalés par d'autres mécanismes. De façon générale, les flux de service admis possèdent des classificateurs associés. Mais il est possible qu'ils fassent appel à une classification fondée sur la politique. Si les flux de service admis ont des classificateurs associés, ceux-ci NE DOIVENT PAS être utilisés pour classifier des paquets dans le flux, quel que soit l'état d'activation du classificateur;
- **actif:** ce type de flux de service possède des ressources réservées par le CMTS pour son ensemble paramétrique de QS (par exemple par envoi actif de tableaux MAP contenant des attributions non sollicitées pour un flux de service de type UGS). Son paramètre ActiveQosParamSet a une valeur différente de néant. De façon générale, les flux de service actifs possèdent des classificateurs associés. Mais il est possible qu'ils fassent appel à une classification fondée sur la politique. Les flux de service primaires peuvent avoir des classificateurs associés mais tous les paquets ne réussissant pas à correspondre à un classificateur seront envoyés dans ce sens par le flux de service primaire, en plus des éventuels paquets correspondant à ces classificateurs.

### **B.10.1.1.2 Classificateurs**

Un **classificateur** est un ensemble de critères de correspondance appliqués à chaque paquet entrant dans le réseau en câble. Il se compose de critères de correspondance de paquet (par exemple l'adresse IP de destination), d'une **priorité de classificateur**, et d'une référence à un flux de service. Si un paquet correspond aux critères de correspondance de paquet spécifiés, il est livré sur le flux de service indiqué en référence.

Plusieurs classificateurs peuvent se rapporter tous au même flux de service. La priorité de classificateur sert à ordonner l'application des classificateurs aux paquets. Un ordre précis est nécessaire parce que les séquences utilisées par les classificateurs peuvent se superposer.

La priorité peut ne pas être unique mais il faut veiller à éviter, dans une priorité de classificateur, toute ambiguïté de classification (voir au § B.10.1.6.1). Les **classificateurs aval** sont appliqués par le CMTS aux paquets qu'il est en train d'émettre et les **classificateurs amont** sont appliqués au CM et peuvent l'être au CMTS afin de contrôler la classification des paquets amont. La Figure B.10-3 décrit les mappages susmentionnés.



J.112ANN.B\_F10-3

**Figure B.10-3/J.112 – Classification dans la couche de commande MAC**

La classification des paquets de CM et de CMTS consiste en plusieurs classificateurs dont chacun contient un champ de priorité qui détermine l'ordre de recherche pour le classificateur. Le classificateur qui possède la priorité la plus élevée DOIT être appliqué en premier. Si un classificateur se trouve avoir au moins un paramètre pertinent et tous ses paramètres pertinents en correspondance avec le paquet, il DOIT transmettre celui-ci vers le flux de service correspondant (les paramètres non pertinents, tels que définis au § B.C.2.1, n'ont pas d'impact sur les décisions de classification de paquet). Si un classificateur ne contient aucun paramètre pertinent pour un paquet donné (c'est-à-dire que tous les paramètres sont non pertinents) ce paquet ne peut alors pas correspondre au classificateur, et le classificateur NE DOIT PAS transmettre le paquet au flux de service correspondant. Si un paquet ne correspond à aucun classificateur et qu'il en résulte qu'il n'a été classé dans aucun autre flux, il DOIT alors être classifié vers le flux de service primaire.

Le tableau de classification des paquets contient les champs suivants:

- priorité: ce champ détermine l'ordre de recherche dans le tableau. Les classificateurs de priorité supérieure sont recherchés avant ceux de priorité inférieure;
- paramètres de classification IP: ce champ contient zéro, un ou plusieurs des paramètres de classification IP (étendue/gabarit des types TOS IP, protocole IP, adresse/gabarit de source IP, adresse/gabarit de destination IP, début d'accès de source TCP/UDP, fin d'accès de

source TCP/UDP, début d'accès de destination TCP/UDP, fin d'accès de destination TCP/UDP;

- paramètres de classification de procédure LLC: ce champ contient zéro, un ou plusieurs des paramètres de classification de procédure LLC (adresse MAC de destination, adresse MAC de source, Ethertype/SAP);
- paramètres IEEE 802.1P/Q: ce champ contient zéro, un ou plusieurs des paramètres de classification IEEE (étendue de priorité IEEE 802.1P, identifiant de réseau VLAN IEEE 802.1Q);
- identifiant de flux de service: ce champ contient un flux spécifique vers lequel le paquet doit être dirigé.

Des classificateurs peuvent être ajoutés au tableau, soit par des opérations de gestion (fichier de configuration, inscription) ou par des opérations dynamiques (signalisation dynamique, interface DOCSIS de service de sous-couche MAC). Les opérations utilisant le protocole SNMP peuvent voir les classificateurs qui sont ajoutés au moyen d'opérations dynamiques mais ne peuvent pas modifier ou supprimer les classificateurs qui sont créés par des opérations dynamiques. L'Annexe B.C décrit le format des paramètres de tableau de classification qui sont définis dans le fichier de configuration, dans le message d'inscription ou dans le message de signalisation dynamique.

Les attributs de classificateur comportent un état d'activation (voir au § B.C.2.1.3.6). Le choix "inactif" pour cet état peut être utilisé pour réserver des ressources pour un classificateur qui sera activé ultérieurement. L'activation proprement dite dépend tant de cet attribut que de l'état de son flux de service. Si celui-ci n'est pas actif, le classificateur n'est pas utilisé, indépendamment du réglage de cet attribut.

### **B.10.1.2 Modèle d'objet**

Les principaux objets de l'architecture sont représentés par des rectangles identifiés dans la Figure B.10-4. Chaque objet possède un certain nombre d'attributs, dont les noms sont soulignés et désignent l'objet de façon univoque. Les attributs facultatifs sont entre crochets. La relation avec le nombre d'objets est indiquée à chaque extrémité de la ligne d'association entre les objets. Par exemple, un flux de service peut être associé à un nombre de classificateurs compris entre 0 et 65 535. Mais chaque classificateur n'est associé qu'à un seul flux de service.

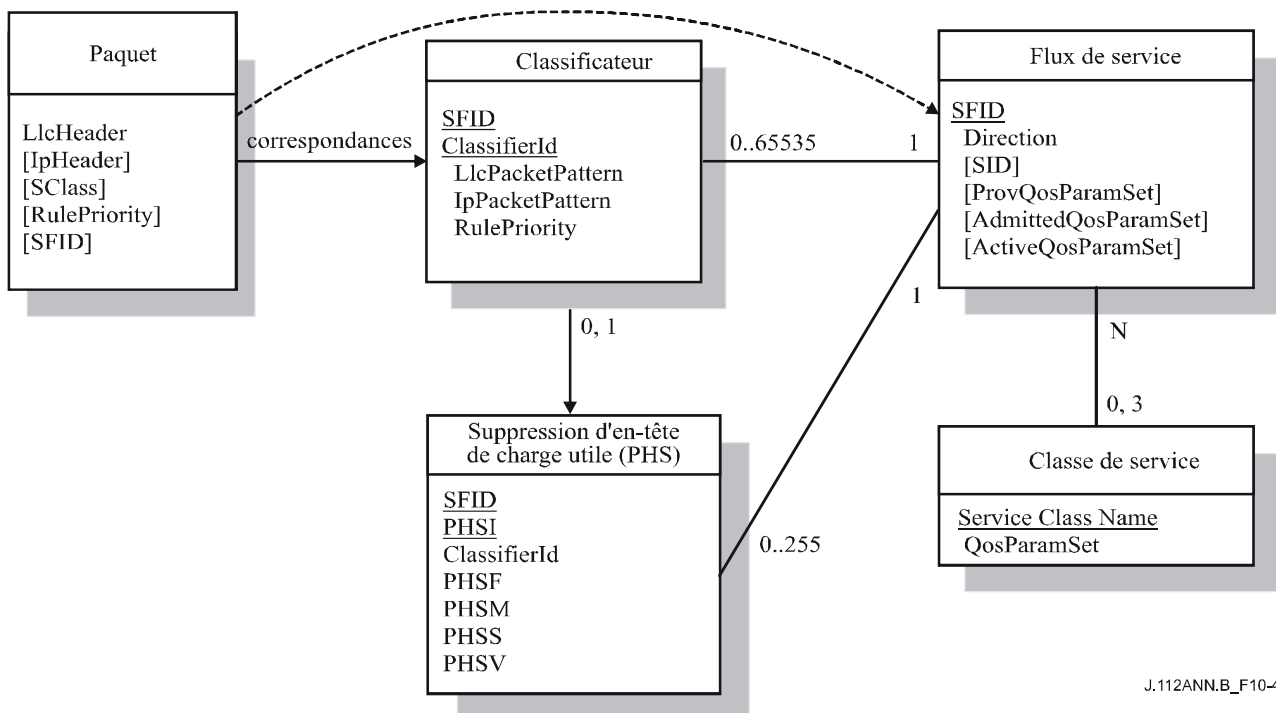
Le flux de service est le concept central du protocole de commande MAC. Il est désigné de manière univoque par un identifiant de flux de service de 32 bits (SFID) attribué par le système CMTS. Les flux de service peuvent aller vers l'amont ou vers l'aval. Un identifiant de service (SID) en envoi individuel est un indice de 14 bits, attribué par le CMTS, qui est associé à un seul flux de service amont admis.

Normalement, un paquet de données d'utilisateur sortant est soumis par un protocole de couche supérieure (comme le pont groupeur d'un CM) pour transmission à l'interface MAC du câble. Le paquet est comparé à un ensemble de classificateurs. Le classificateur qui correspond au paquet désigne le flux de service correspondant au moyen de l'identifiant de flux de service (SFID). Si plusieurs classificateurs correspondent au paquet, c'est le classificateur de priorité la plus élevée qui est choisi.

Le classificateur qui correspond à un paquet peut être associé à une règle de suppression d'en-tête de charge utile (PHS, *payload header suppression*). Une telle règle donne des détails sur la façon dont les octets d'en-tête d'une unité PDU peuvent être omis puis remplacés par un indice de suppression d'en-tête de charge utile qui sera transmis, puis être régénérés à l'extrémité réceptrice. Les règles de suppression PHS sont indexées par la combinaison de la paire {SFID, PHSI} (voir au § B.10.4). Lorsqu'un flux de service est supprimé, tous les classificateurs et toutes les éventuelles règles PHS associées qui y font référence DOIVENT également être supprimés.

La classe de service est un objet facultatif qui peut être implémenté dans le système CMTS. Cet objet est désigné par un nom en caractères ASCII qui est destiné à la mise à disposition. Une classe de service est définie dans le CMTS comme possédant un ensemble de paramètres de QS particulier. Un flux de service peut contenir une référence au nom de classe de service qui sélectionne tous les paramètres de QS de cette classe de service. Les ensembles de paramètres de QS d'un flux de service peuvent augmenter et même remplacer les réglages des paramètres de QS de la classe de service, sous réserve d'autorisation par le CMTS. (Voir au § B.C.2.2.5.)

Si un paquet a déjà été déterminé par les mécanismes de politique de couche supérieure comme étant associé à une combinaison particulière de nom de classe de service/priorité, cette combinaison associe directement ce paquet à un flux de service particulier (voir au § B.10.1.6.1). La couche supérieure peut également être informée des flux de service particuliers contenus dans la sous-couche MAC et peut avoir attribué directement le paquet à un flux de service. Dans ces cas-là, un paquet de données d'utilisateur est considéré comme étant directement associé à un flux de service sélectionné par la couche supérieure. C'est ce qui est décrit par la flèche en pointillé dans la Figure B.10-4 (voir l'Annexe B.E).



J.112ANN.B\_F10-4

**Figure B.10-4/J.112 – Théorie du modèle d'objet opérationnel**

### B.10.1.3 Classes de service

Les attributs de QS d'un flux de service peuvent être spécifiés de deux façons: soit par définition explicite de tous les attributs, soit par spécification implicite d'un **nom de classe de service**, qui est une chaîne que le système CMTS associe à un ensemble de paramètres de QS et qui est décrite ci-dessous.

La classe de service répond aux objectifs suivants:

- 1) elle permet aux opérateurs, qui le souhaitent, de transférer, du serveur de mise à disposition au système CMTS, la charge de configurer les flux de service. Les opérateurs mettent en service les modems avec le nom de la classe de service. L'implémentation du nom est configurée dans le CMTS, ce qui permet aux opérateurs de modifier l'implémentation d'un service donné en fonction des circonstances locales sans changer la mise à disposition du modem. Par exemple, certains paramètres de programmation temporelle peuvent nécessiter un réglage différent pour que deux CMTS différents fournissent le même service. Autre exemple, des profils de service peuvent être modifiés selon l'heure locale.
- 2) elle permet aux vendeurs de CMTS d'assurer, si tel est leur souhait, une mise en file d'attente fondée sur la classe. Dans cette file, les flux de service se concurrencent dans leur classe et les classes se concurrencent en termes de largeur de bande.
- 3) elle permet aux protocoles de couche supérieure de créer un flux de service au moyen de son nom de classe de service. Par exemple, la signalisation téléphonique peut commander au CM d'instancier tout flux de service mis à disposition et disponible, de la classe "G711".
- 4) elle permet de définir des politiques de classification de paquet se rapportant à une classe de service recherchée, sans avoir à faire référence à une instance particulière d'un flux de service de cette classe.

NOTE – La classe de service est facultative: la spécification de programmation temporelle du flux peut toujours être fournie en entier. Un flux de service peut n'appartenir à aucune classe de service que ce soit. Les implémentations de systèmes CMTS PEUVENT traiter de tels flux "non classés" d'une manière différente des flux "classés" avec des paramètres équivalents.

Tout flux de service PEUT avoir chacun des ses ensembles de paramètres de QS spécifié d'une des trois façons suivantes:

- par inclusion explicite de tous les paramètres de trafic;
- par renvoi indirect à un ensemble de paramètres de trafic désigné par un nom de classe de service;
- par spécification d'un nom de classe de service ainsi que de paramètres modificateurs.

Le nom de la classe de service est "élargi" à son ensemble de paramètres défini au moment où le CMTS réussit à admettre le flux de service. L'expansion de la classe de service peut être contenue dans les messages suivants, issus du CMTS: réponse d'inscription, DSA-REQ, DSC-REQ, DSA-RSP et DSC-RSP. Dans tous ces cas, le CMTS DOIT inclure un codage de flux de service comprenant le nom de la classe de service et l'ensemble de paramètres de QS de cette classe de service. Si une demande issue d'un CM contenait d'éventuels paramètres de flux de service complémentaires ou prioritaires, une réponse correcte DOIT comprendre également ces paramètres.

Lorsqu'un nom de classe de service est donné dans une demande d'admission ou d'activation, l'ensemble de paramètres de QS renvoyé peut changer d'une activation à l'autre en raison de modifications administratives apportées à l'ensemble de paramètres de QS dans le CMTS pour la classe de service. Si la définition d'un nom de classe de service est changée dans le CMTS (par exemple si son ensemble de paramètres de QS associé est modifié), cela n'a aucun effet sur les paramètres de QS des flux de service déjà associés à cette classe de service. Un CMTS PEUT lancer des transactions de modification DSC vers des flux de service qui font référence au nom de classe de service afin de modifier la définition de classe de service selon ces transactions de modification.

Lorsqu'un CM utilise le nom de classe de service pour spécifier l'ensemble de paramètres de QS admis, l'ensemble étendu de codages TLV du flux de service sera renvoyé au CM dans le message de réponse (REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP). L'utilisation du nom de classe de service à un point ultérieur de la demande d'activation peut échouer si la définition du nom de classe de service a été modifiée et si les nouvelles ressources demandées ne sont pas disponibles. Le CM DEVRAIT

donc demander explicitement, dans sa demande d'activation ultérieure, l'ensemble étendu de codages TLV du message de réponse.

#### **B.10.1.4 Autorisation**

Chaque modification des paramètres de QS d'un flux de service DOIT être approuvée par un module d'autorisation. Cela concerne chaque message REG-REQ ou DSA-REQ visant à créer un nouveau flux de service et chaque message DSC-REQ visant à modifier un ensemble de paramètres de QS dans un flux de service existant. De telles modifications comprennent la demande d'une décision de contrôle d'admission (par exemple le réglage du paramètre AdmittedQosParamSet) et la demande d'activation d'un flux de service (par exemple le réglage du paramètre ActiveQosParameterSet). Les demandes de réduction concernant les ressources à admettre ou à activer sont également vérifiées par le module d'autorisation, de même que les demandes d'adjonction ou de modification des classificateurs.

Dans le modèle d'autorisation statique, le module d'autorisation reçoit tous les messages d'inscription et mémorise l'état mis à disposition de tous les flux de service "différés". Les demandes d'admission et d'activation pour ces flux de service mis à disposition seront autorisées du moment que l'ensemble de paramètres de QS admis est un sous-ensemble de l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition et que l'ensemble de paramètres de QS actif est un sous-ensemble de l'ensemble de paramètres de QS admis. Les demandes de modification de l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition seront refusées, de même que les demandes de création de nouveaux flux de service dynamiques. Cela définit un système statique dans lequel tous les services possibles sont définis dans la configuration initiale de chaque CM.

Dans le modèle d'autorisation dynamique, le module d'autorisation non seulement reçoit tous les messages d'inscription mais encore communique par une interface distincte avec un serveur de politiques indépendant qui peut fournir au module d'autorisation un préavis d'arrivée de demandes d'admission et d'activation et qui spécifie l'opération d'autorisation correcte à appliquer à ces demandes. Les demandes d'admission et d'activation issues d'un CM sont alors vérifiées par le module d'autorisation afin de s'assurer que l'ensemble de paramètres de QS actif est un sous-ensemble de l'ensemble fourni par le serveur de politiques. Les demandes d'admission et d'activation issues d'un CM, qui sont signalées par le serveur de politiques externe, sont autorisées. Les demandes d'admission et d'activation issues d'un CM qui ne sont pas signalées au préalable par le serveur de politiques externe peuvent aboutir à une interrogation en temps réel du serveur de politiques ou peuvent être refusées.

Au cours de l'inscription, le CM DOIT envoyer au CMTS l'ensemble authentifié de valeurs TLV issu de son fichier de configuration, qui définit l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition. Dès réception et vérification dans le système CMTS, ces valeurs sont transmises au module d'autorisation contenu dans le CMTS. Celui-ci DOIT avoir la capacité de mettre en mémoire cache l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition et DOIT avoir la capacité d'utiliser ces informations pour autoriser les flux dynamiques qui sont un sous-ensemble de l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition. Le CMTS DEVRAIT implémenter des mécanismes de neutralisation de ce processus d'approbation automatique (comme décrit dans le modèle d'autorisation dynamique). Par exemple:

- ignorer toutes les demandes, qu'elles aient été préprovisionnées ou non;
- définir un tableau interne contenant un mécanisme de politique enrichi mais alimenté par les informations du fichier de configuration;
- renvoyer toutes les demandes à un serveur de politiques externe.

### **B.10.1.5 Types de flux de service**

Il est utile de considérer les trois types fondamentaux de flux de service qui sont décrits plus en détail dans le présent paragraphe. Il importe cependant de noter qu'il en existe d'autres. (Voir au § B.C.2.2.3.5.)

#### **B.10.1.5.1 Flux de service mis à disposition**

Un flux de service peut être mis à disposition mais ne pas être immédiatement activé (flux parfois qualifié de *différé*). En d'autres termes, la description d'un tel flux de service dans le fichier de configuration du protocole TFTP contient un attribut qui met à disposition mais diffère l'activation et l'admission (voir au § B.C.2.2.3.5). Au cours de l'inscription, le CMTS attribue un ID de flux de service à un tel flux de service mais ne réserve pas de ressources. Le CMTS PEUT également nécessiter un échange avec un module de politique avant l'admission.

A la suite d'une action externe qui est hors du domaine d'application de l'Annexe B (par exemple [UIT-T J.162]), le CM PEUT choisir d'activer un flux de service mis à disposition en transmettant l'identifiant de flux de service et les ensembles de paramètres de QS associés. Le CM DOIT fournir aussi tout classificateur applicable. S'il est autorisé et si les ressources sont disponibles, le CM DOIT répondre en attribuant au flux de service amont un unique identifiant SID en envoi individuel. Le CMTS PEUT désactiver le flux de service mais NE DEVRAIT PAS le supprimer au cours de la phase d'inscription du CM.

A la suite d'une action externe qui est hors du domaine d'application de l'Annexe B (par exemple [UIT-T J.162]), le CMTS PEUT choisir d'activer un flux de service en transmettant l'identifiant de flux de service et les ensembles de paramètres de QS associés. Le CMTS DOIT également fournir tous les classificateurs éventuellement applicables. Le CMTS PEUT désactiver le flux de service mais NE DEVRAIT PAS le supprimer au cours de la phase d'inscription du CM. Un tel flux de service mis à disposition PEUT être activé et désactivé à de nombreuses reprises (par échanges de transactions DSC). Dans tous les cas, l'identifiant de flux de service original DOIT être utilisé lors de la réactivation du flux de service.

#### **B.10.1.5.2 Flux de service admis**

Ce protocole prend en charge un modèle d'activation en deux phases qui est souvent utilisé dans les applications téléphoniques. Dans ce modèle, les ressources d'un "appel" sont d'abord "admisses" puis, une fois la négociation de bout en bout achevée (par exemple lorsque la passerelle de l'appelé produit un événement de "décrochage"), les ressources sont "activées". Un tel modèle en deux phases a pour objet:

- a) de conserver les ressources de réseau jusqu'à l'établissement d'une chaîne de connexion complète de bout en bout;
- b) d'effectuer aussi rapidement que possible des vérifications de politique et un contrôle d'admission concernant les ressources, en particulier avant d'informer l'extrémité distante d'une demande de connexion;
- c) d'empêcher plusieurs scénarios possibles de vol de service.

Par exemple, si un service de couche supérieure est en train d'utiliser un service d'attribution non sollicitée et que l'adjonction des flux de couche supérieure pourrait être assurée adéquatement par l'augmentation du paramètre de QS Attributions par intervalle, la procédure suivante pourrait être appliquée. Lorsque le premier flux de couche supérieure est en instance, le CM émet une demande DSA avec le paramètre Attributions admises par intervalle égal à 1 et avec le paramètre Attributions actives par intervalle égal à zéro. Lorsque le flux de couche supérieur devient actif ultérieurement, le CM émet une demande DSC avec l'instance du paramètre Attributions actives par intervalle égal à un. Le contrôle d'admission a été effectué au moment de la réservation, de sorte que la demande DSC ultérieure, dont les paramètres d'activation sont dans l'étendue de la réservation antérieure, est assurée d'aboutir. Les flux de couche supérieure subséquents seront traités de la même façon. Si

trois flux de couche supérieure, dont l'un est actif, établissent des connexions, le flux de service aura le paramètre Attributions admises par intervalle égal à quatre et le paramètre Attributions actives par intervalle égal à un.

Une demande d'activation d'un flux de service dont le nouvel ActiveQosParamSet est un sous-ensemble de AdmittedQosParamSet DOIT être autorisée si aucun classificateur nouveau n'est en cours d'ajout (sauf en cas de défaillance catastrophique). Une demande d'admission dont l'ensemble AdmittedQosParamSet est un sous-ensemble du précédent AdmittedQosParamSet DOIT aboutir du moment que l'ensemble ActiveQosParamSet reste un sous-ensemble de AdmittedQosParameterSet.

Un flux de service dont l'ensemble AdmittedQosParamSet a fait l'objet d'une attribution de ressources mais dont les ressources ne sont pas encore complètement activées se trouve dans un état transitoire. Une valeur de temporisation DOIT être appliquée par le CMTS afin d'exiger l'activation du flux de service dans cet intervalle. (Voir au § B.C.2.2.5.7.) Si l'activation du flux de service n'est pas achevée dans cet intervalle, les ressources attribuées en plus de celles des paramètres de QS actifs DOIVENT être libérées par le système CMTS.

Dans certaines applications, il est possible qu'une réservation à long terme des ressources soit nécessaire ou souhaitable. Par exemple, le fait de mettre une communication téléphonique en attente devrait permettre d'attribuer temporairement à d'autres fins toutes les ressources utilisées pour cette communication. Mais ces ressources doivent pouvoir être reprises lors d'un rétablissement ultérieur de la communication. Le paramètre AdmittedQosParamSet est maintenu dans le CMTS en "état conditionnel". Cet état doit être mis à jour périodiquement afin qu'il soit conservé sans que la temporisation ci-dessus libère les ressources non activées. Cette mise à jour PEUT être signalée par un message DSC-REQ périodique avec des ensembles de paramètres de QS identiques. Elle PEUT également être signalée par un mécanisme interne au CMTS, hors du domaine d'application de l'Annexe B (par exemple par les messages de mise à jour du protocole RSVP de surveillance du CMTS). Chaque fois qu'une mise à jour est signalée au CMTS, celui-ci DOIT mettre à jour "l'état conditionnel".

#### **B.10.1.5.3 Flux de service actifs**

Un flux de service qui possède un ensemble non vide de paramètres actifs de QS est considéré comme étant un flux de service actif qui demande (voir la Note) et reçoit de la bande passante pour le transport de paquets de données. Un flux de service admis peut être rendu actif par la fourniture d'un ensemble de paramètres de QS actif, signalant les ressources effectivement recherchées au moment considéré. Cela termine la deuxième phase du modèle d'activation en deux phases (voir au § B.10.1.5.2).

NOTE – Conformément à sa politique de demande/transmission (voir au § B.C.2.2.6.3).

Un flux de service peut être mis à disposition et être immédiatement activé. C'est le cas pour les flux de service primaires, ainsi que des flux de service de services à abonnement mensuel, etc. Ces flux de service sont établis au moment de l'inscription et DOIVENT être autorisés par le CMTS sur la base de la vérification MIC du CMTS. Ces flux de service PEUVENT également être autorisés par le module d'autorisation du système CMTS.

En variante, un flux de service peut être créé dynamiquement et être activé immédiatement. Dans ce cas, l'activation en deux phases est omise et le flux de service est disponible pour utilisation immédiate dès l'autorisation.

#### **B.10.1.6 Flux et classificateurs de service**

Le modèle de base est que les classificateurs associent les paquets en exactement un seul flux de service. Les codages de flux de service fournissent les paramètres de QS pour le traitement de ces paquets à l'interface RF. Ces codages sont décrits au § B.C.2.



Dans le sens amont, le CM DOIT classer les paquets amont dans les flux de service actifs. Le CMTS DOIT classer le trafic aval dans les flux de service aval actifs. Il DOIT exister un flux de service aval par défaut pour le trafic diffusé et multidiffusé qui est par ailleurs non classifié.

Le CMTS régule les paquets des flux de service amont afin d'assurer l'intégrité des paramètres de QS et la valeur de l'octet TOS de chaque paquet. Lorsque le débit d'émission des paquets est supérieur au débit contrôlé dans le CMTS, ces paquets PEUVENT être abandonnés par le CMTS (voir au § B.C.2.2.5.2). Lorsque la valeur de l'octet TOS est incorrecte, le CMTS DOIT (en fonction de sa politique) contrôler le flux en écrasant l'octet TOS (voir au § B.C.2.2.6.10).

Le CM n'a pas toujours la possibilité de transmettre certains paquets amont dans certains flux de service. En particulier, un flux de service utilisant le service d'attribution non sollicitée avec désactivation de la fragmentation ne peut pas être utilisé pour transmettre les paquets de longueur supérieure à celle qui a été attribuée. Si un paquet est classé vers un flux de service par lequel il ne peut pas être transmis, le CM DOIT soit transmettre le paquet par le flux de service primaire soit écarter le paquet, selon la politique de demande/transmission du flux de service vers lequel le paquet a été classé.

Les messages de gestion MAC ne peuvent être mis en correspondance que par un classificateur qui contient un codage de paramètre "Ethertype/DSAP/MacType" (§ B.C.2.1.6.3) et lorsque le champ "type" de l'en-tête de message de gestion MAC (§ B.8.3.1) correspond à ce paramètre. Une exception est que l'identifiant SID primaire DOIT être utilisé pour la maintenance de station, comme spécifié au § B.8.1.2.3, même si un classificateur correspond au message RNG-REQ amont de maintenance de station. En l'absence de classificateur correspondant à un message de gestion MAC, celui-ci DEVRAIT être transmis par le flux de service primaire. A part ces types de message MAC exclus de la classification au § B.C.2.1.6.3, un CM ou CMTS PEUT transmettre, d'une façon propre à l'implémentation, un message MAC par ailleurs non classé dans un quelconque flux de service.

Bien que les messages de gestion MAC soient soumis à la classification, ils ne sont pas considérés comme faisant partie d'un quelconque flux de service. La transmission des messages de gestion MAC NE DOIT influencer aucun des calculs de QS dans le flux de service vers lequel ils ont été classés. La remise des messages de gestion MAC est implicitement influencée par les attributs du flux de service associé.

#### **B.10.1.6.1 Classification par politique et classes de service**

Comme indiqué à l'Annexe B.E, il y a plusieurs moyens de mettre des paquets en file d'attente pour transmission à l'interface de service MAC. D'un côté sont les applications incorporées qui sont étroitement associées à une règle de suppression d'en-tête de charge utile particulière (voir au § B.10.4) et faisant l'objet d'une classification plus générale par la commande MAC. De l'autre côté se trouvent les paquets de transit général dont on ne sait rien jusqu'à ce qu'ils soient analysés par les règles de classification MAC. Une autre catégorie utile est le trafic auquel des politiques sont appliquées par une entité de couche supérieure puis transmises à la commande MAC pour reclassification vers un flux de service particulier.

La classification fondée sur une politique est, de façon générale, hors du domaine d'application de l'Annexe B. Un exemple pourrait être le tableau docsDevFilterIpPolicyTable défini dans la base MIB de dispositifs pour câble [RFC 2669]. De telles politiques peuvent avoir tendance à durer plus longtemps que les flux de service individuels et que les classificateurs MAC. Il est donc approprié de superposer ces deux mécanismes en insérant une interface bien définie entre les politiques et la classification MAC des flux de service.

L'interface entre les deux couches est l'addition de deux paramètres à l'interface de demande de transmission MAC. Les deux paramètres sont un nom de classe de service et une priorité de règle appliqués à la correspondance avec le nom de classe de service. La priorité de politique provient du même espace numérique que la priorité de classificateur de paquet dans les règles de

correspondance de paquet utilisées par les classificateurs MAC. L'algorithme de classification MAC est donc:

```
MAC_DATA.request(  
    PDU,  
    ServiceClassName,  
    RulePriority)
```

```
TxServiceFlowID = FIND_FIRST_SERVICE_FLOW_ID (ServiceClassName)  
SearchID = SEARCH_CLASSIFIER_TABLE (tous les niveaux de priorité)  
IF (SearchID not NULL and Classifier.RulePriority >= MAC_DATA.RulePriority)  
    TxServiceFlowID = SearchID  
  
IF (TxServiceFlowID = NULL)  
    TRANSMIT_PDU (PrimaryServiceFlowID)  
ELSE  
    TRANSMIT_PDU (TxServiceFlowID)
```

Bien que la priorité de politique soit en concurrence avec la priorité de classificateur de paquet et que son choix puisse théoriquement être problématique, l'on s'attend que des gammes de priorité bien identifiées soient choisies afin d'éviter toute ambiguïté. En particulier, les classificateurs ajoutés dynamiquement DOIVENT utiliser l'étendue de priorité 64-191. Les classificateurs créés dans le cadre de l'inscription, ainsi que les classificateurs fondés sur la politique peuvent utiliser la gamme de 0 à 255, mais DEVRAIENT éviter la gamme dynamique.

NOTE – La classification à l'intérieur de la sous-couche MAC est destinée à associer simplement un paquet avec un flux de service. Si un paquet est destiné à être abandonné, il DOIT l'être par l'entité de couche supérieure et ne doit pas être acheminé vers la sous-couche de commande MAC.

### B.10.1.7 Fonctionnement général

#### B.10.1.7.1 Fonctionnement statique

La configuration statique des classificateurs et des flux de service fait appel au processus d'inscription. Un serveur de mise à disposition fournit des informations de configuration au CM, qui les transmet au CMTS dans une demande d'inscription. Le CMTS ajoute ces informations et retransmet une réponse d'inscription. Le CM envoie un accusé de réception d'inscription afin de terminer l'inscription. (Voir la Figure B.10-5.)

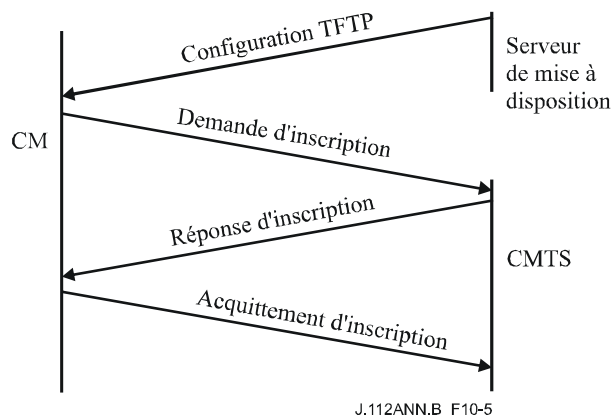


Figure B.10-5/J.112 – Flux de messages d'inscription

Un fichier de configuration TFTP (Voir Tableau B.10-1) se compose d'une ou de plusieurs instances de classificateurs et de codages de flux de service. Les classificateurs sont ordonnés grosso modo "par priorité". Chaque classificateur se rapporte à un flux de service au moyen d'une "référence de flux de service". Plusieurs classificateurs peuvent faire référence au même flux de service. De plus, plusieurs classificateurs peuvent avoir la même priorité et, dans ce cas, le classificateur particulier qui est utilisé n'est pas défini.

**Tableau B.10-1/J.112 – Contenu du fichier TFTP**

<b>Élément</b>	<b>Pointeur vers la référence de flux de service</b>	<b>Référence de flux de service</b>	<b>Identifiant de flux de service</b>
<b>Classificateurs amont</b> Contenant chacun une référence de flux de service (pointeur)	1..n		
<b>Classificateurs aval</b> Contenant chacun une référence de flux de service (pointeur)	(n+1)..q		
<b>Codages de flux de service</b> Activation immédiate demandée, en amont		1..m	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Mise à disposition demandée pour activation ultérieure, en amont		(m+1)..n	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Activation immédiate demandée, en aval		(n+1)..p	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Mise à disposition demandée pour activation ultérieure, en aval		(p+1)..q	Aucun à ce jour

Les codages de flux de service contiennent soit une définition complète des attributs de service (au besoin ne tenant pas compte des éléments pouvant reprendre leur valeur par défaut) soit un nom de classe de service. Un nom de classe de service est une chaîne de caractères ASCII qui est connue dans le CMTS et qui spécifie indirectement un ensemble de paramètres de QS (voir au § B.10.1.3 et B.C.2.2.3.4).

NOTE – Au moment de l'envoi du fichier de configuration par protocole TFTP, des références de flux de service existent telles qu'elles ont été définies par le serveur de mise à disposition. Les identifiants de flux de service n'existent pas encore parce que le CMTS n'est pas informé de ces définitions de flux de service.

Le paquet de demande d'inscription (voir Tableau B.10-2) contient des classificateurs aval (si leur activation doit être effectuée immédiatement) et tous les flux de service inactifs. Le fichier de configuration et donc la demande d'inscription ne contiennent généralement pas de classificateur aval si le flux de service correspondant est demandé avec activation différée, ce qui permet une association ultérieure du classificateur, lors de l'activation du flux.

**Tableau B.10-2/J.112 – Contenu de la demande d'inscription**

Élément	Pointeur vers la référence de flux de service	Référence de flux de service	Identifiant de flux de service
<b>Classificateurs amont</b> Contenant chacun une référence de flux de service (pointeur)	1..n		
<b>Classificateurs aval</b> Contenant chacun une référence de flux de service (pointeur)	(n+1)..p		
<b>Codages de flux de service</b> Activation immédiate demandée, amont Peut spécifier des attributs explicites ou un nom de classe de service explicite		1..m	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Mise à disposition demandée pour activation ultérieure, amont Attributs ou nom de classe de service explicites		(m+1)..n	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Activation immédiate demandée, aval Attributs ou nom de service explicites		(n+1)..p	Aucun à ce jour
<b>Codages de flux de service</b> Mise à disposition demandée pour activation ultérieure, aval Attributs ou nom de service explicites		(p+1)..q	Aucun à ce jour

La réponse d'inscription règle les ensembles de paramètres de QS conformément au type d'ensemble de paramètres de QS indiqué dans la demande d'inscription.

La réponse d'inscription conserve l'attribut Référence de flux de service, de façon que cette référence puisse être associée à l'identifiant SFID et/ou SID. Voir Tableau B.10-3.

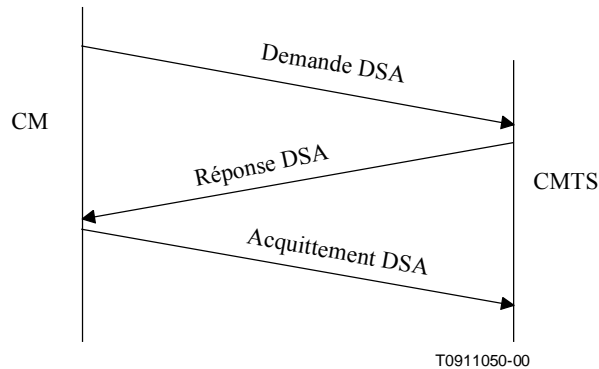
**Tableau B.10-3/J.112 – Contenu de la réponse d'inscription**

Élément	Référence de flux de service	Identifiant de flux de service	Identifiant de service
<b>Flux de service actifs en amont</b> Attributs explicites	1..m	SFID	SID
<b>Flux de service mis à disposition en amont</b> Attributs explicites	(m+1)..n	SFID	Aucun à ce jour
<b>Flux de service actifs en aval</b> Attributs explicites	(n+1)..p	SFID	Sans objet
<b>Flux de service mis à disposition en aval</b> Attributs explicites	(p+1)..q	SFID	Sans objet

L'identifiant SFID est choisi par le CMTS de façon à désigner un flux de service aval ou amont qui a été autorisé mais non activé. Une demande DSC issue d'un modem afin d'admettre ou activer un flux de service mis à disposition contient son SFID. S'il s'agit d'un flux aval, le classificateur aval est également inclus.

### B.10.1.7.2 Création dynamique de flux de service – Lancée par le CM

Des flux de service peuvent être créés par le processus d'ajout de service dynamique, ainsi que par 10<sup>e</sup> processus d'inscription décrit ci-dessus. L'ajout de service dynamique peut être lancé soit par le CM soit par le CMTS. Il peut créer un flux de service dynamique amont et/ou un flux de service dynamique aval. Une prise de contact à trois permet de créer les flux de service. Le protocole lancé par le CM est décrit dans la Figure B.10-6 et est exposé en détail au § B.11.4.2.1.

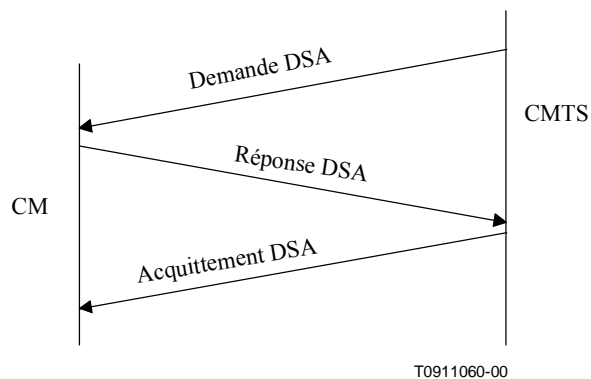


**Figure B.10-6/J.112 – Flux de messages d'ajout de service dynamique – Lancé par le CM**

Une demande DSA issue d'un CM contient une ou plusieurs références de flux de service, un ou plusieurs ensembles de paramètres de QS (marqués soit pour admission seule soit pour admission et activation) ainsi que tous les classificateurs requis.

### B.10.1.7.3 Création dynamique de flux de service – Lancée par le CMTS

Une demande DSA issue d'un CMTS contient un ou plusieurs identifiants pour un flux de service amont et/ou un flux de service aval, éventuellement un identifiant SID, un ou plusieurs ensembles de paramètres de QS actifs ou admis, ainsi que tous classificateurs éventuellement requis. Le protocole est décrit par la Figure B.10-7 et détaillé au § B.11.4.2.2.



**Figure B.10-7/J.112 – Flux de messages d'ajout de service dynamique – Lancé par le CMTS**

### B.10.1.7.4 Modification et suppression dynamiques de flux de service

En plus des méthodes présentées ci-dessus pour créer des flux de service, des protocoles sont définis pour modifier et supprimer des flux de service. Voir au § B.11.4.3 et B.11.4.4.

Les flux de service aussi bien mis à disposition que créés dynamiquement sont modifiés par le message DSC, qui peut changer les ensembles de paramètres de QS admis et actifs du flux. Le

message DSC peut également ajouter, remplacer ou supprimer des classificateurs et ajouter ou supprimer des règles PHS ou y ajouter des paramètres.

Une transaction DSC réussie modifie les paramètres de QS d'un flux de service en remplaçant les deux ensembles de paramètres de QS admis et actif. Si le message ne contient que l'ensemble admis, l'ensemble actif est mis à la valeur néant et le flux est désactivé. Si le message ne contient aucun des deux ensembles (valeur "000" utilisée pour le type d'ensemble de paramètres de qualité de service, voir au § B.C.2.2.5.1), les deux ensembles sont mis à la valeur néant et l'admission du flux est supprimée. Lorsque le message contient les deux ensembles de paramètres de QS, l'ensemble admis est vérifié en premier et, si le contrôle d'admission réussit, l'ensemble actif du message est vérifié en fonction de l'ensemble admis du message afin de s'assurer qu'il en est un sous-ensemble (voir au § B.10.1.1.1). Si toutes les vérifications réussissent, les ensembles de paramètres de QS contenus dans le message deviennent les nouveaux ensembles de paramètres de QS admis et actif du flux de service. Si l'une des vérifications échoue, la transaction de modification DSC échoue et les ensembles de paramètres de QS du flux de service restent inchangés.

## **B.10.2 Services de programmation des flux de service amont**

Les paragraphes suivants définissent les services de programmation temporelle de base des flux de service amont. Ils énumèrent également les paramètres de QS associés à chaque service. Une description détaillée de chaque paramètre de QS est donnée dans l'Annexe B.C. Le présent paragraphe analyse également la façon dont ces services de base et ces paramètres de QS peuvent être combinés de façon à former de nouveaux services comme celui de débit d'information garanti (CIR, *committed information rate*).

Les services de programmation sont conçus de façon à améliorer l'efficacité du processus d'interrogation/attribution. Par la spécification d'un service de programmation avec ses paramètres de QS associés, le CMTS peut anticiper les besoins en débit et en latence du trafic amont, puis fournir les interrogations et/ou attributions aux moments appropriés.

Chaque service est aménagé en fonction d'un type spécifique de flux de données, comme décrit ci-dessous. Les services de base sont les suivants: attribution non sollicitée (UGS, *unsolicited grant service*), interrogation en temps réel (rtPS, *real-time polling service*), attribution non sollicitée avec détection d'activité (UGS-AD, *unsolicited grant service with activity detection*), interrogation en temps différé (nrtPS, *non-real-time polling service*), et service au mieux (BE, *best effort service*). Le Tableau B.10-4 montre les relations entre les services de programmation et les paramètres de QS associés.

### **B.10.2.1 Service d'attribution non sollicitée**

Le service d'attribution non sollicitée (UGS) est conçu de façon à prendre en charge les flux de service en temps réel qui produisent périodiquement des paquets de données de longueur fixe en temps réel, ce qui élimine la redondance et la latence des demandes du CM et garantit que les attributions seront disponibles pour répondre aux besoins en temps réel du flux. Le système CMTS DOIT fournir périodiquement au flux de service des attributions de données de longueur fixe. Afin que ce service fonctionne correctement, le réglage de politique de demande/transmission (voir au § B.C.2.2.6.3) DOIT être tel que le CM ait l'interdiction d'utiliser une quelconque demande en concurrence ou de quelconques opportunités de demande/données et le CMTS NE DEVRAIT PAS fournir d'opportunités de demande en envoi individuel. La politique de demande/transmission DOIT également interdire les demandes de portage. Il en résultera que le CM n'utilisera que des attributions non sollicitées de données pour la transmission amont. Tous les autres bits de la politique de demande/transmission ne seront pas applicables au fonctionnement fondamental de ce service de programmation et devront être réglés conformément à la politique du réseau. Les paramètres de service clés sont la taille d'attribution non sollicitée, l'intervalle nominal entre attributions, la gigue d'attribution tolérée et la politique de demande/transmission (voir l'Annexe B.M).

L'en-tête de synchronisation d'attribution non sollicitée (UGSH, *unsolicited grant synchronization header*) contenu dans l'élément d'en-tête étendu (EH) du flux de service (voir au § B.8.2.6.3.2) est utilisé pour communiquer des informations d'état du CM au CMTS concernant l'état du flux de service UGS. Le bit de plus fort poids de l'en-tête UGSH est le fanion indicateur de file d'attente (QI, *queue indicator*). Lorsque le fanion QI est établi, il indique une condition d'outrepassement de débit pour le flux de service. Lorsque le fanion QI est ôté, il indique une condition de non outrepassement de débit pour le flux de service. Le fanion QI permet au CMTS d'assurer une fonction de compensation dynamique de débit en fournissant des attributions supplémentaires.

Le CM DOIT établir le fanion QI lorsqu'il détecte que le débit de réception de paquet est supérieur au débit d'émission vers l'amont. Le CM DOIT retirer le fanion QI, lorsqu'il détecte que le débit de réception de paquets est égal ou inférieur au débit d'émission vers l'amont et que la file des paquets en attente est vidée.

Le nombre de paquets déjà mis dans la file d'attente pour la transmission vers l'amont est une mesure de la différence de débit entre les paquets reçus et les paquets transmis. Le modem câble DEVRAIT établir le fanion QI lorsque le nombre de paquets mis en file d'attente est supérieur au paramètre nombre d'attributions par intervalle de l'ensemble de QS actif. Le modem câble DEVRAIT ôter le fanion QI lorsque le nombre de paquets en file d'attente est inférieur ou égal au paramètre nombre d'attributions par intervalle de l'ensemble de QS actif. Le fanion QI de chaque paquet PEUT être établi au moment où le paquet est reçu et mis en file d'attente ou au moment où le paquet est sorti de la file d'attente et transmis.

Le modem câble PEUT établir/ôter le fanion QI en utilisant un seuil de deux fois le paramètre nombre d'attributions par intervalle de l'ensemble de QS active. Autrement, le modem câble PEUT fournir l'hystérésis en réglant le fanion QI en utilisant un seuil de deux fois le nombre d'attributions par intervalle, et en l'ôtant en utilisant un seuil d'une fois le nombre d'attributions par intervalle.

Le système CMTS NE DOIT PAS affecter plus d'attributions par intervalle nominal entre attributions qu'indiqué dans le paramètre Nombre d'attributions par intervalle de l'ensemble de paramètres de QS actif, sauf si le fanion QI de l'en-tête UGSH est activé. Dans ce cas, le CMTS DEVRAIT attribuer jusqu'à 1% de largeur de bande additionnelle afin de compenser le glissement de fréquence d'horloge. Si le système CMTS attribue une largeur de bande additionnelle, il DOIT limiter à  $Max(T)$  le nombre total d'octets transmis dans le flux au cours d'un intervalle quelconque, comme décrit dans l'expression suivante:

$$Max(T) = T \times (R \times 1,01) + 3B$$

où:

Max(T) nombre maximal d'octets transmis dans le flux au cours de T (en secondes),

R (longueur\_d'attribution × attributions\_par\_intervalle)/intervalle\_nominal\_d'attribution,

B longueur\_d'attribution × attributions\_par\_intervalle.

Le champ d'attributions actives de l'en-tête UGSH est ignoré avec le service UGS. La régulation du flux de service par le système CMTS reste inchangée.

### **B.10.2.2 Service d'interrogation en temps réel**

Le service d'interrogation en temps réel (rtPS) est conçu de façon à prendre en charge les flux de service en temps réel qui produisent périodiquement des paquets de données de longueur variable, comme les signaux vidéo MPEG. Ce service offre des opportunités de demande en temps réel, périodiques et en envoi individuel, qui répondent aux besoins en temps réel du flux et permettent au CM de spécifier la longueur de l'attribution recherchée. Ce service nécessite plus de redondance binaire pour les demandes que le service UGS mais il permet des longueurs variables d'attribution pour une efficacité optimale du transport de données.

Le système CMTS DOIT offrir des opportunités périodiques de demande en envoi individuel. Pour que ce service fonctionne correctement, le réglage de la politique de demande/transmission (voir au § B.C.2.2.6.3) DEVRAIT être tel que le CM ait l'interdiction d'utiliser d'éventuelles opportunités de demande en concurrence ou de demande/données. La politique de demande/transmission DEVRAIT également interdire les demandes de portage. Le CMTS PEUT émettre des opportunités de demande en envoi individuel comme prescrit par ce service même si une attribution est en instance. Il en résultera que le CM n'utilisera que des opportunités de demande en envoi individuel afin d'obtenir des opportunités d'émission amont (le CM pourra continuer également à utiliser des attributions non sollicitées de données pour la transmission amont). Les autres bits de la politique de demande/transmission ne sont pas applicables au fonctionnement fondamental de ce service de programmation et devront être positionnés conformément à la politique du réseau. Les paramètres de service clés sont l'intervalle nominal d'interrogation, la gigue d'interrogation tolérée et la politique de demande/transmission.

### **B.10.2.3 Service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité**

Le service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité (UGS/AD) est conçu de façon à prendre en charge les flux de service UGS pouvant devenir inactifs pendant des périodes notables (c'est-à-dire des dizaines de millisecondes ou plus), tels que la voix par IP avec suppression des silences. Ce service offre des attributions non sollicitées lorsque le flux est actif et des interrogations en envoi individuel lorsque le flux est inactif, ce qui combine la faible redondance et la faible latence du service UGS avec l'efficacité du service rtPS. Bien que le service UGS/AD combine les services UGS et rtPS, un seul service de programmation est actif à un moment donné.

Le CMTS DOIT fournir périodiquement des attributions en envoi individuel lorsque le flux est actif. Mais il doit revenir à la fourniture périodique d'opportunités de demande en envoi individuel lorsque le flux est inactif. Le CMTS peut détecter l'inactivité d'un flux en détectant les attributions inutilisées. L'algorithme de détection d'un flux passant de l'état actif à l'état inactif dépend toutefois de l'implémentation du système CMTS. Pour que ce service fonctionne correctement, le réglage de politique de demande/transmission (voir au § B.C.2.2.6.3) DOIT être tel que le CM ait l'interdiction d'utiliser une quelconque demande en concurrence ou opportunité de demande/données. La politique de demande/transmission DOIT également interdire les demandes de portage. Il en résulte que le CM n'utilise que des opportunités de demande en envoi individuel afin d'obtenir des opportunités de transmission en amont. Le CM utilisera cependant des attributions non sollicitées de données pour la transmission en aval également. Les autres bits de la politique de demande/transmission ne sont pas applicables à ce service de programmation et devront être positionnés conformément à la politique du réseau. Les paramètres de service clés sont l'intervalle nominal d'interrogation, la gigue d'interrogation tolérée, la largeur d'attribution non sollicitée et la politique de demande/transmission.

Dans le service UGS/AD, le système CMTS DEVRAIT, lors du redémarrage du service UGS après un intervalle de service rtPS, fournir des attributions additionnelles dans le premier (et/ou dans le deuxième) intervalle d'attribution de façon que le CM reçoive un total d'une attribution pour chaque intervalle d'attribution à partir du moment où le CM a demandé le redémarrage du service UGS, plus une attribution additionnelle (voir l'Annexe B.M). Etant donné que le flux de service est mis à disposition en tant que flux UGS avec un intervalle d'attribution et une largeur d'attribution spécifiques, le CM NE DOIT PAS demander, lors du redémarrage du service UGS, d'attribution de longueur différente de celle du flux UGS déjà mis à disposition. Comme dans le cas de tout flux de service, les modifications ne peuvent être demandées que par une commande DSC. Si l'activité après redémarrage nécessite plus d'une attribution par intervalle, le CM DOIT indiquer cela dans le champ d'attributions actives de l'en-tête UGSH à partir du premier paquet envoyé.

L'élément d'en-tête étendu de flux de service permet au CM d'indiquer dynamiquement le nombre d'attributions par intervalle qui sont nécessaires afin de prendre en charge le nombre de flux avec présence d'activité. Dans le service UGS/AD, le CM PEUT utiliser le fanion indicateur de file



d'attente contenu dans l'en-tête UGSH. Les sept autres bits de l'en-tête UGSH définissent le champ d'attributions actives, c'est-à-dire le nombre d'attributions contenues dans un intervalle nominal d'attribution, dont le flux de service considéré a actuellement besoin. Lors de l'utilisation du service UGS/AD, le CM DOIT indiquer dans ce champ le nombre d'attributions requises par intervalle nominal d'attribution. Le champ d'attributions actives de l'en-tête UGSH est ignoré dans le cas d'un service UGS sans détection d'activité. Ce champ permet au CM de signaler au CMTS qu'il y a lieu d'ajuster dynamiquement le nombre d'attributions par intervalle que le flux de service UGS considéré est en train d'utiliser. Le CM NE DOIT PAS demander un nombre d'attributions par intervalle supérieur à la valeur indiquée dans le paramètre ActiveQosParamSet.

Si le système CMTS attribue une largeur de bande additionnelle en réponse au fanion QI, il DOIT utiliser la même formule de limitation de débit que le service UGS mais cette formule ne s'appliquera qu'aux périodes de régime établi pendant lesquelles le CMTS a réglé le nombre d'attributions par intervalle de façon à correspondre aux attributions actives demandées par le CM.

Lorsque celui-ci reçoit des attributions non sollicitées et ne détecte pas d'activité concernant le flux de service, il PEUT envoyer un paquet avec le champ d'attributions actives mis à zéro attribution puis cesser la transmission. Etant donné que ce paquet ne pourra pas être reçu par le CMTS, le CM DOIT avoir la capacité de réinitialiser la transmission avec soit des demandes sollicitées soit des attributions non sollicitées, lorsque le flux de service passe de l'état inactif à l'état actif.

#### **B.10.2.4 Service d'interrogation en temps différé**

Le service d'interrogation en temps différé (nrtPS) est conçu pour prendre en charge les flux de service en temps différé qui nécessitent des attributions régulières de données de longueur variable, comme un protocole FTP à très large bande. Ce service offre des interrogations en envoi individuel à titre régulier ce qui garantit que le flux reçoit des opportunités même au cours d'un encombrement du réseau. Le système CMTS interroge normalement les identifiants SID par le service nrtPS à des intervalles (périodiques ou non périodiques) de l'ordre de 1 s ou moins.

Le CMTS DOIT fournir en temps utile des opportunités de demande en envoi individuel. Afin que ce service fonctionne correctement, le réglage de la politique de demande/transmission (voir § B.C.2.2.6.2) DEVRAIT être tel que le CM soit autorisé à utiliser des opportunités de demande en concurrence, ce qui aura pour effet l'utilisation par le CM des opportunités de demande en concurrence ainsi que des opportunités de demande en envoi individuel et des attributions de données non sollicitées. Les autres bits de la politique de demande/transmission ne sont pas applicables au fonctionnement fondamental de ce service de programmation et devraient être positionnés conformément à la politique du réseau. Les paramètres de service clés sont l'intervalle nominal d'interrogation, l'intensité minimale de trafic réservée, l'intensité maximale de trafic constante, la politique de demande/transmission et la priorité de trafic.

#### **B.10.2.5 Service au mieux**

L'objet du service au mieux (BE, *best effort*) est de fournir un service efficace afin d'optimiser le trafic. Afin que ce service fonctionne correctement, le réglage de la politique de demande/transmission DEVRAIT être tel que le CM soit autorisé à utiliser des opportunités de demande en concurrence, ce qui aura pour effet l'utilisation par le CM des opportunités de demande en concurrence ainsi que des opportunités de demande en envoi individuel et des attributions de données non sollicitées. Les autres bits de la politique de demande/transmission ne sont pas applicables au fonctionnement fondamental de ce service de programmation et devraient être positionnés conformément à la politique du réseau. Les paramètres de service clés sont l'intensité minimale de trafic réservée, l'intensité maximale de trafic constante et la priorité de trafic.

## B.10.2.6 Autres services

### B.10.2.6.1 Débit d'information garanti (CIR)

Un service de débit d'information garanti (CIR, *committed information rate*) peut être défini de plusieurs façons différentes. On peut par exemple le configurer au moyen d'un service au mieux avec une intensité minimale de trafic réservée ou au moyen d'un service nrtPS avec intensité minimale de trafic réservée.

### B.10.2.7 Applicabilité des paramètres pour la programmation des services amont

Le Tableau B.10-4 résume la relation entre les services de programmation et les paramètres de QS clés. L'Annexe B.C donne une description détaillée de chaque paramètre de QS.

**Tableau B.10-4/J.112 – Applicabilité des paramètres de programmation de service amont**

Paramètre de flux de service	Service au mieux	Interrogation en temps différé	Interrogation en temps réel	Attribution non sollicitée	Attribution non sollicitée avec détection d'activité
<b>Divers</b>					
• Priorité de trafic	Facultatif Valeur par défaut = 0	Facultatif Valeur par défaut = 0	Sans objet (Note 1)	Sans objet	Sans objet
• Rafale concaténée maximale	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Sans objet	Sans objet
• Type de service de programmation amont	Facultatif Valeur par défaut = 2	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
• Politique de demande/transmission	Facultatif Valeur par défaut = 0	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
<b>Intensité maximale</b>					
• Intensité maximale de trafic constante	Facultatif Valeur par défaut = 0	Facultatif Valeur par défaut = 0	Facultatif Valeur par défaut = 0	Sans objet	Sans objet
• Rafale maximale de trafic	Facultatif Valeur par défaut = 3044	Facultatif Valeur par défaut = 3044	Facultatif Valeur par défaut = 3044	Sans objet	Sans objet
<b>Intensité minimale</b>					
• Intensité minimale de trafic réservée	Facultatif Valeur par défaut = 0	Facultatif Valeur par défaut = 0	Facultatif Valeur par défaut = 0	Sans objet	Sans objet
• Longueur de paquet théorique à l'intensité minimale réservée	Facultatif (Note 3)	Facultatif (Note 3)	Facultatif (Note 3)	Facultatif (Note 3)	Facultatif (Note 3)
<b>Attributions</b>					
• Largeur d'attribution non sollicitée	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Obligatoire	Obligatoire
• Nombre d'attributions par intervalle	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Obligatoire	Obligatoire

**Tableau B.10-4/J.112 – Applicabilité des paramètres de programmation de service amont**

Paramètre de flux de service	Service au mieux	Interrogation en temps différé	Interrogation en temps réel	Attribution non sollicitée	Attribution non sollicitée avec détection d'activité
• Intervalle nominal d'attribution	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Obligatoire	Obligatoire
• Gigue d'attribution tolérée	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Obligatoire	Obligatoire
<b>Interrogations</b>					
• Intervalle nominal d'interrogation	Sans objet	Facultatif (Note 3)	Obligatoire	Sans objet	Facultatif (Note 2)
• Gigue d'interrogation tolérée	Sans objet	Sans objet	Facultatif (Note 3)	Sans objet	Facultatif (Note 3)
NOTE 1 – "Sans objet" signifie "non applicable" à ce type de programmation de flux de service. Si cette expression est incluse dans une demande de flux de service avec ce type de programmation de flux de service, cette demande DOIT être rejetée.					
NOTE 2 – La valeur par défaut est identique à l'intervalle nominal d'attribution.					
NOTE 3 – La valeur par défaut est propre au système CMTS.					

### B.10.2.8 Comportement en émission du modem câble

Afin que ces services fonctionnent correctement, tout ce qui est attendu du CM concernant son comportement en émission d'un flux de service consiste à suivre les règles spécifiées au § B.9.4.3 ainsi que la politique de demande/transmission spécifiée pour ce flux de service.

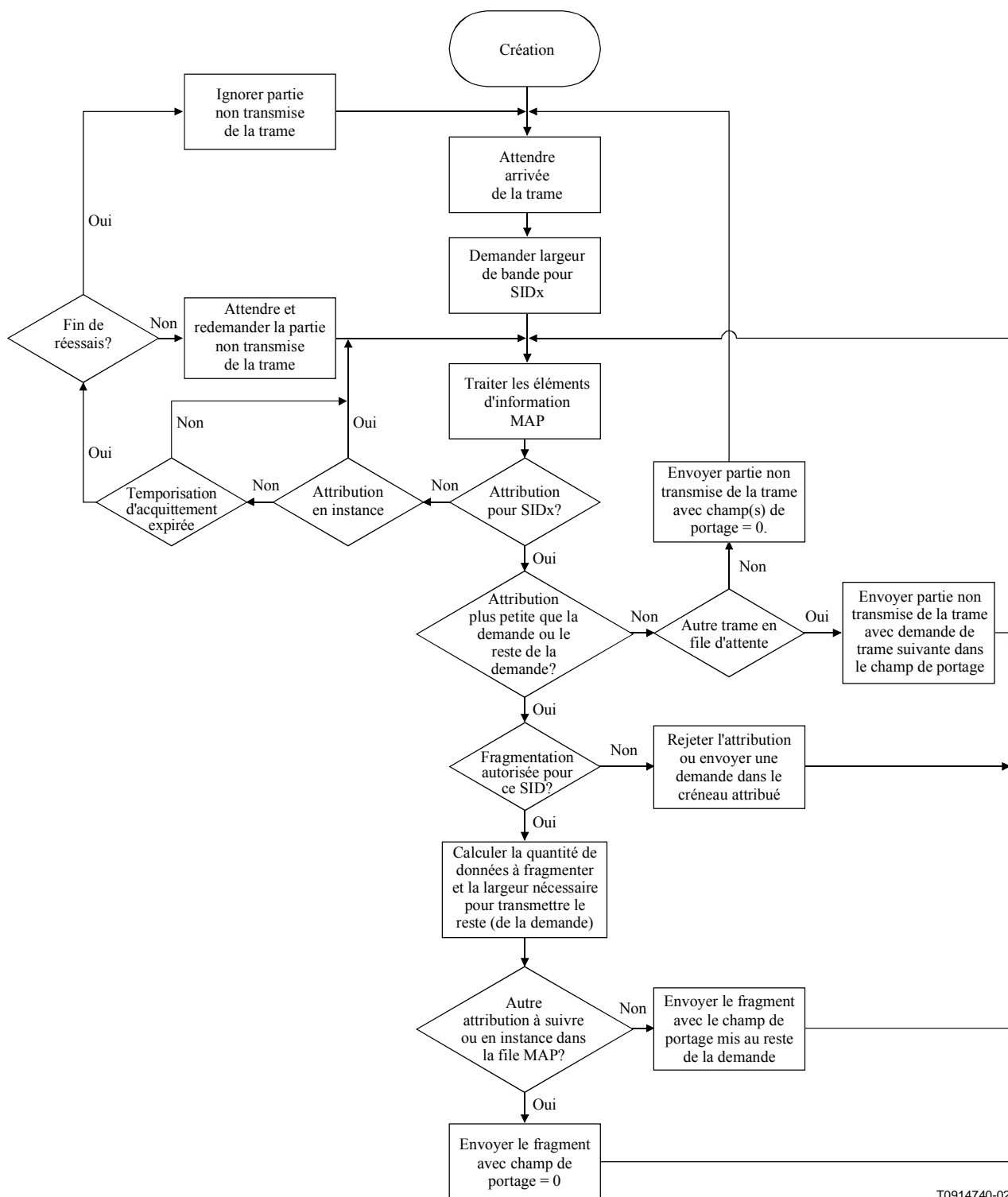
### B.10.3 Fragmentation

La fragmentation est une "capacité modem" de CM amont. Le système CMTS DOIT activer ou désactiver cette capacité modem par modem au moyen d'un TLV inséré dans la réponse d'inscription. Cette base individuelle de modem assure la compatibilité avec les modems câble DOCSIS 1.0. Une fois la fragmentation activée pour un modem DOCSIS 1.1, elle l'est sur la base du flux de service au moyen des réglages de configuration de la politique de demande/transmission. Lorsqu'elle est activée pour un flux de service, la fragmentation est lancée par le CMTS lorsqu'il attribue de la largeur de bande à un modem câble particulier, la taille de cette attribution étant plus petite que celle de la demande correspondante du CM. Ce type d'attribution est appelé **attribution partielle**.

#### B.10.3.1 Prise en charge de la fragmentation par le CM

La fragmentation consiste essentiellement en l'encapsulation d'une partie de trame de commande MAC à l'intérieur d'un en-tête de fragmentation de longueur fixe et d'un CRC de fragment. Les unités PDU, concaténées ou isolées, sont encapsulées de la même façon. Si elle est activée, la confidentialité de base est appliquée à chaque fragment et non à la trame MAC initiale et complète.

Le CM DOIT effectuer la fragmentation conformément au schéma de la Figure B.10-8, dans lequel l'expression "partie non émise d'un paquet" se rapporte à la trame MAC entière lorsque la fragmentation n'a pas été lancée et à la partie restant à émettre de la trame MAC initiale lorsque la fragmentation a été lancée.



T0914740-02

**Figure B.10-8/J.112 – Diagramme de fragmentation au CM**

### B.10.3.1.1 Règles de fragmentation

- 1) Chaque fois que la fragmentation est activée et que la taille d'attribution est inférieure à celle de la demande, le CM DOIT remplir l'attribution partielle qu'il reçoit avec la quantité maximale de données (charge utile de fragment) possible compte tenu de la redondance de fragmentation et de la redondance de couche Physique.
- 2) Le CM DOIT envoyer une demande de portage chaque fois qu'il n'y a plus d'attribution à suivre ou en instance pour l'identifiant SID considéré dans les tableaux MAP qui ont été reçues par ce CM.

- 3) Si le CM est en train de fragmenter une trame, toute demande de portage pour le prochain fragment DOIT être faite dans la partie en-tête EDHR d'interface BPI de l'en-tête de fragment. Toute demande de portage pour une trame suivante DEVRAIT être faite dans la partie EHDR de l'interface BPI du dernier fragment, mais PEUT être faite dans un des en-têtes étendus à l'intérieur de la trame originale. Cependant, la même demande NE DOIT PAS être faite en plus d'un endroit. Comme le CMTS pourrait ignorer une demande à l'intérieur de la trame originale, faire la demande dans la trame originale peut causer la perte de la demande.
- 4) Lors du calcul des demandes de largeur de bande pour le reste de la trame (éventuellement concaténée) qui a été fragmentée, le CM DOIT demander une bande assez large pour transmettre tout le reste de la trame plus les 16 octets de redondance de fragment et toute redondance de couche Physique associée.
- 5) Si le CM ne reçoit pas d'attribution suivante ou en instance au cours de la durée d'accusé de réception d'envoi d'une demande, le CM DOIT attendre et redemander la partie non transmise de la trame en attendant que la largeur de bande soit attribuée ou que le CM dépasse son seuil de réessai.
- 6) Si le CM dépasse son seuil de réessai pendant qu'il demande de la largeur de bande, le CM ignore toute partie de la trame qui n'a pas déjà été transmise.
- 7) Le CM DOIT activer le bit F et désactiver le bit L dans le premier fragment d'une trame.
- 8) Le CM DOIT désactiver les bits F et L dans l'en-tête de tous les fragments qui apparaissent entre le premier et le dernier fragment d'une trame.
- 9) Le CM DOIT activer le bit L et désactiver le bit F dans le dernier fragment d'une trame.
- 10) Le CM DOIT incrémenter séquentiellement le numéro de séquence de chaque fragment d'une trame transmise.
- 11) Si une trame doit être chiffrée après avoir été fragmentée, elle n'est chiffrée que dans la couche de fragmentation, le chiffrement commençant immédiatement après la séquence HCS de l'en-tête de fragment et se poursuivant par le code CRC du fragment.
- 12) Les trames envoyées dans les régions de données immédiates (demande/données) NE DOIVENT PAS être fragmentées.

NOTE – Le terme "trame" désigne soit des trames avec une seule unité PDU de paquet soit des trames concaténées.

### **B.10.3.2 Prise en charge de la fragmentation au CMTS**

Dans le système CMTS, le fragment est traité comme un paquet ordinaire sauf que le chiffrement de la confidentialité de base commence immédiatement après l'en-tête de fragmentation au lieu d'être décalé de 12 octets.

Le CMTS possède deux modes d'exécution de fragmentation possibles. Le mode d'attributions multiples part du principe que le CMTS conserve l'état de la fragmentation. Ce mode permet au CMTS d'avoir plusieurs attributions partielles en instance pour un identifiant SID donné. Le mode de portage part du principe que le CMTS ne conserve AUCUN état de fragmentation. Une seule attribution partielle est tenue en instance, de façon que le CM insère la quantité restante dans le champ de portage de l'en-tête du fragment. Le mode à utiliser est déterminé par le système CMTS. Dans un cas comme dans l'autre, le CM fonctionne avec un ensemble de règles cohérent.

#### **B.10.3.2.1 Mode d'attributions multiples**

Un CMTS PEUT prendre en charge le mode d'attributions multiples pour effectuer une fragmentation.

Le mode d'attributions multiples permet au CMTS de subdiviser une demande en deux ou plus de deux attributions dans un ou dans plusieurs tableaux d'attribution successifs, puis de calculer le

surdébit requis dans les attributions partielles restant à accorder. Dans le mode d'attributions multiples, le CMTS DOIT, s'il ne peut pas attribuer le reste dans le tableau MAP en cours, envoyer au CM une attribution en instance (de longueur nulle) dans le tableau MAP en cours et tous les tableaux MAP suivants jusqu'à ce qu'il puisse attribuer une largeur de bande supplémentaire. Si les tableaux MAP suivants ne contiennent pas d'attribution suivante ou en instance, le CM DOIT redemander le reste. Ce mécanisme de redemande est celui qui est utilisé lorsqu'une demande normale ne reçoit pas d'attribution suivante ou en instance au cours de la durée d'accusé de réception.

Si un CM reçoit un élément d'information d'attribution en instance avec une attribution de fragment, il NE DOIT PAS superposer de demande dans l'en-tête étendu du fragment transmis dans cette attribution.

Si le CM manque une attribution et redemande la largeur de bande restante, le CMTS DOIT reprendre sans abandonner la trame.

En raison de l'imprécision du processus de conversion de mini-intervalles en octets, le système CMTS est parfois dans l'incapacité de calculer exactement le nombre de mini-intervalles supplémentaires à prévoir pour la redondance de fragmentation. Comme il se peut également qu'un CM ait manqué un tableau d'attribution avec une attribution partielle et qu'il demande donc l'envoi d'un fragment non envoyé au lieu d'une nouvelle unité PDU, le CMTS ne peut pas avoir la certitude que le CM a déjà tenu compte du surdébit de fragmentation dans une demande. Le CMTS DOIT donc s'assurer qu'un éventuel reste de charge utile de fragment est supérieur d'au moins un mini-intervalle au nombre des mini-intervalles nécessaires pour contenir le surdébit d'un fragment (16 octets) plus le surdébit de couche Physique nécessaire pour transmettre un fragment de longueur minimale, faute de quoi le CMTS pourrait émettre une attribution inutile car le CM aurait terminé la transmission du reste de la charge utile de fragment au moyen de la précédente attribution partielle. Il pourrait en résulter que le CM se désynchronise du CMTS en lançant par mégarde une nouvelle fragmentation. De même, le système CMTS doit tenir compte du fait qu'avec certains ensembles de paramètres de couche Physique, le CM peut demander un mini-intervalle de plus que la largeur maximale d'attribution de données courtes, alors qu'il n'a pas besoin de tant de mini-intervalles. Cela se produit lorsque le CM a besoin d'étendre la longueur de demande au-delà de la limite d'attribution de données courtes. Le CMTS nécessite une politique afin de veiller à ce que la fragmentation de telles demandes dans le mode d'attributions multiples ne se traduise pas par des attributions fragmentaires inutiles.

#### **B.10.3.2.2 Mode de portage**

Un CMTS PEUT prendre en charge le mode de portage pour effectuer une fragmentation.

Si le CMTS n'inscrit pas une autre attribution partielle ou en instance dans le tableau MAP dans lequel il lance une fragmentation pour un identifiant SID, le CM DOIT automatiquement assurer le portage du reste. Le CM calcule la quantité de trame qui peut être envoyée dans la largeur de bande attribuée puis forme un fragment pour l'envoyer. Le CM utilise le champ portage contenu dans l'en-tête étendu du fragment afin de demander la largeur de bande nécessaire pour transférer le reste de la trame. Comme le CMTS n'a pas indiqué d'attributions multiples dans le tableau MAP du premier fragment, le CM DOIT garder trace du reste à envoyer. La longueur de la demande relative au reste de la trame initiale, y compris la redondance de couche Physique et de fragmentation, est insérée dans l'octet de demande de portage de l'en-tête de fragmentation.

Si la séquence HCS du fragment est correcte, la demande portée, si elle est présente, est transmise au processus d'attribution de largeur de bande alors que le fragment proprement dit est mis en file d'attente pour réassemblage. Une fois que la trame MAC complète est réassemblée et qu'il a été déterminé que la séquence HCS est correcte, le CMTS traite la trame comme si elle avait été reçue non fragmentée à l'exception que le CMTS DOIT ignorer la partie relative au déchiffrement de tout EHDR de confidentialité. Cependant, les demandes de bande passante dans les en-têtes EHDR de

confidentialité et les en-têtes EHDR de demande de telles trames DEVRAIENT être traitées, mais elles PEUVENT aussi être ignorées.

### **B.10.3.3 Exemple de fragmentation**

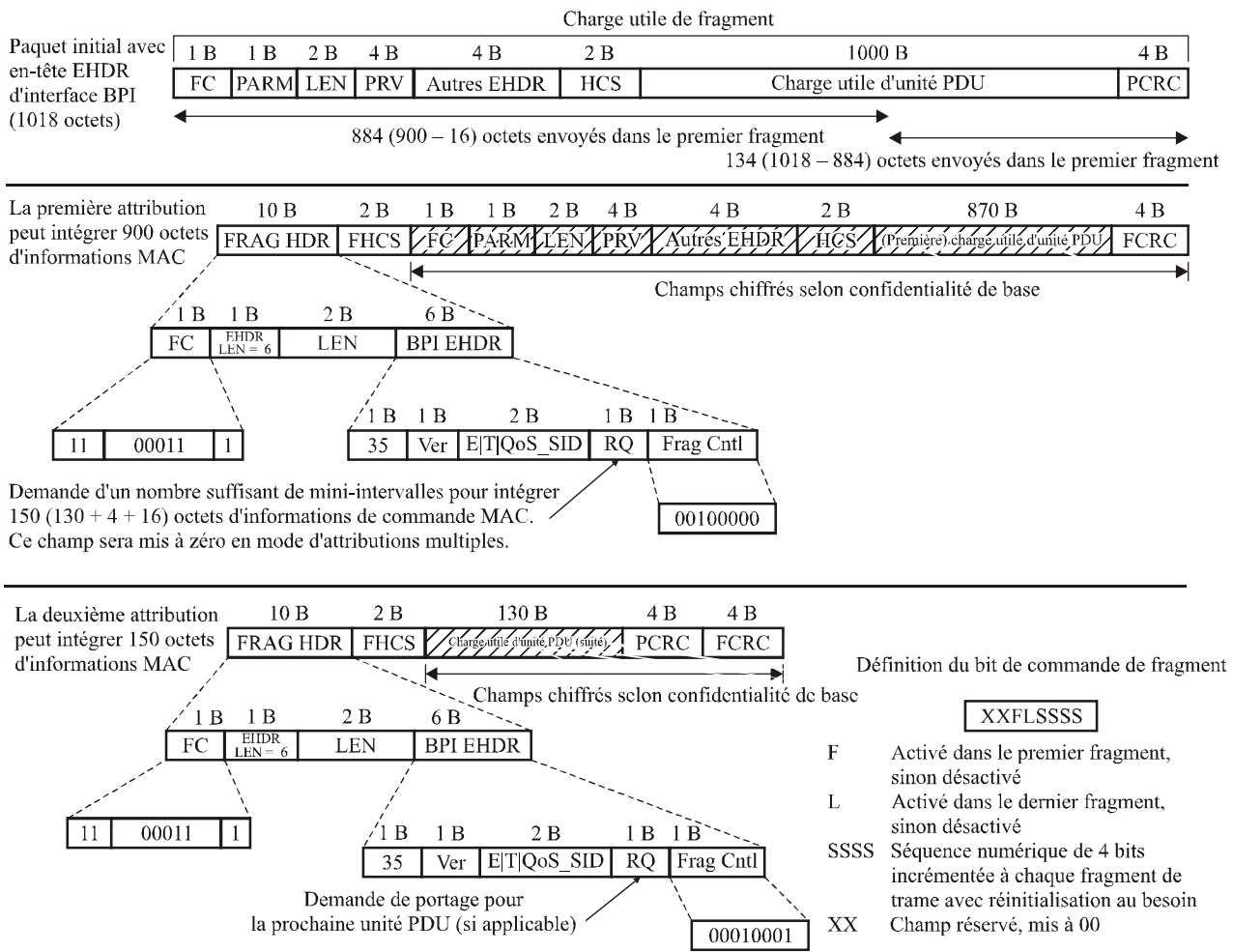
#### **B.10.3.3.1 Fragmentation de paquets isolés**

Voir la Figure B.10-9. Supposons que la fragmentation ait été activée pour un identifiant SID donné.

- 1) (Etat de demande) – Le CM souhaite transmettre un paquet de 1018 octets. Il calcule la grandeur de la redondance de couche Physique (POH, *physical layer overhead*) qui est requise et demande un nombre approprié de mini-intervalles. Le CM émet une demande dans une région de concurrence. Passer à l'étape 2.
- 2) (Attente d'attribution) – Le CM surveille les tableaux MAP pour détecter une attribution suivante ou en instance pour l'identifiant SID considéré. Si la durée d'accusé de réception du CM arrive à expiration avant qu'il reçoive une attribution suivante ou en instance, le CM renouvelle sa demande pour le paquet jusqu'à l'épuisement du nombre de réessais, puis abandonne ce paquet. Passer à l'étape 3.
- 3) (Premier fragment) – Avant l'abandon de l'étape 2, le CM détecte une attribution pour cet identifiant SID dont la largeur est inférieure au nombre de mini-intervalles demandé. Le CM calcule combien d'informations de commande MAC peuvent être envoyées dans le nombre attribué de mini-intervalles au moyen du profil de rafale spécifié. Dans l'exemple de la Figure B.10-9, la première attribution peut contenir 900 octets après soustraction de la redondance POH. Comme la redondance de fragment (FRAG HDR, FHCS et FCRC) est de 16 octets, 884 octets du paquet initial peuvent être portés dans le fragment. Le CM crée un fragment composé de FRAG, HDR, FHCS, 884 octets du paquet initial et un FCRC. Le CM marque le fragment comme étant le premier et se prépare à l'envoyer. Passer à l'étape 4.
- 4) (Premier fragment, mode d'attributions multiples) – Le CM recherche d'éventuelles autres attributions suivantes ou en instance, mises en file d'attente pour cet identifiant SID. S'il en détecte, il envoie le fragment avec le champ de portage dans l'en-tête HDR FRAG mis à zéro, puis attend l'arrivée de l'attribution suivante. Passer à l'étape 6. S'il n'y a plus d'attributions suivantes ou en instance, passer à l'étape 5.
- 5) (Premier fragment, mode de portage) – S'il n'y a plus d'autre attribution à suivre ou en instance pour ce SID dans ce tableau MAP, le CM calcule le nombre de mini-intervalles requis pour envoyer le reste du paquet fragmenté, y compris la redondance de fragmentation et de couche Physique. Il insère cette grandeur dans le champ de portage de l'en-tête HDR FRAG. Le CM envoie ensuite le fragment et lance son temporisateur d'accusé de réception ACK pour la demande de portage. Dans l'exemple de la Figure B.10-9, le CM envoie une demande d'un nombre de mini-intervalles suffisant pour contenir la redondance POH plus 150 octets ( $1018 - 884 + 16$ ). Passer à l'étape 6.
- 6) (Attente d'attribution) – Le CM attend maintenant une attribution pour le prochain fragment. Si la temporisation d'accusé de réception du CM expire au cours de cette attente d'attribution, le CM doit normalement envoyer une demande d'un nombre suffisant de mini-intervalles pour envoyer le reste du paquet fragmenté, y compris la redondance de fragmentation et la redondance de couche Physique. Passer à l'étape 7.
- 7) (Réception de l'attribution fragmentaire suivante) – Avant d'abandonner à l'étape 6, le CM détecte une autre attribution pour ce SID. Il vérifie si la taille de cette attribution est assez grande pour contenir le reste du paquet fragmenté, y compris la redondance de fragmentation et la redondance de couche Physique. Si c'est le cas, passer à l'étape 10. Sinon, passer à l'étape 8.

- 8) (Fragment médian, mode d'attributions multiples) – Comme le reste du paquet (plus la redondance) ne pourra pas être contenu dans l'attribution, le CM calcule la portion de paquet intégrable et l'encapsule en tant que fragment médian. Le CM recherche ensuite d'éventuelles autres attributions suivantes ou en instance mises en file d'attente pour ce SID. Si des attributions d'un de ces types sont présentes, le CM envoie le fragment avec le champ de portage mis à zéro dans l'en-tête HDR FRAG puis attend l'arrivée de l'attribution suivante. Passer à l'étape 6. S'il n'y a plus d'attributions à suivre ou en instance, passer à l'étape 9.
- 9) (Fragment médian, mode de portage) – Le CM calcule le nombre de mini-intervalles requis pour envoyer le reste du paquet fragmenté, y compris la redondance de fragmentation et de couche Physique. Il insère cette grandeur dans le champ de portage de l'en-tête HDR FRAG. Le CM envoie ensuite le fragment et lance son temporisateur ACK pour la demande de portage. Passer à l'étape 6.
- 10) (Dernier fragment) – Le CM encapsule le reste du paquet en tant que dernier fragment. S'il n'y a plus d'autre paquet en file d'attente ou s'il y a une autre attribution à suivre ou en instance en file d'attente pour ce SID, le CM inscrit un zéro dans le champ REQ de l'en-tête HDR FRAG. S'il y a un autre paquet en file d'attente sans attribution à suivre ou en instance, le CM calcule le nombre de mini-intervalles requis pour envoyer le paquet suivant et inscrit ce nombre dans le champ REQ de l'en-tête HDR FRAG. Il transmet ensuite le paquet. Passer à l'étape 11. Dans l'exemple de la Figure B.10-9, l'attribution est assez grande pour contenir les 150 octets restants plus la redondance POH.
- 11) (Fonctionnement normal) – Le CM revient ensuite au fonctionnement normal d'attente d'attributions et de demande de paquets. Si, à un moment quelconque, la fragmentation est activée et qu'une attribution plus petite que la demande arrive, le processus de fragmentation reprend comme à l'étape 2.





J.112ANN.B\_F10-9

**Figure B.10-9/J.112 – Exemple de fragmentation d'un paquet isolé**

### B.10.3.3.2 Fragmentation de paquets concaténés

Une fois qu'il a créé le paquet concaténé, le CM le traite comme une seule unité PDU. La Figure B.10-10 montre un exemple de paquet concaténé subdivisé en trois fragments. Noter que le paquet est fragmenté quelles que soient les limites de paquet au sein du paquet concaténé.

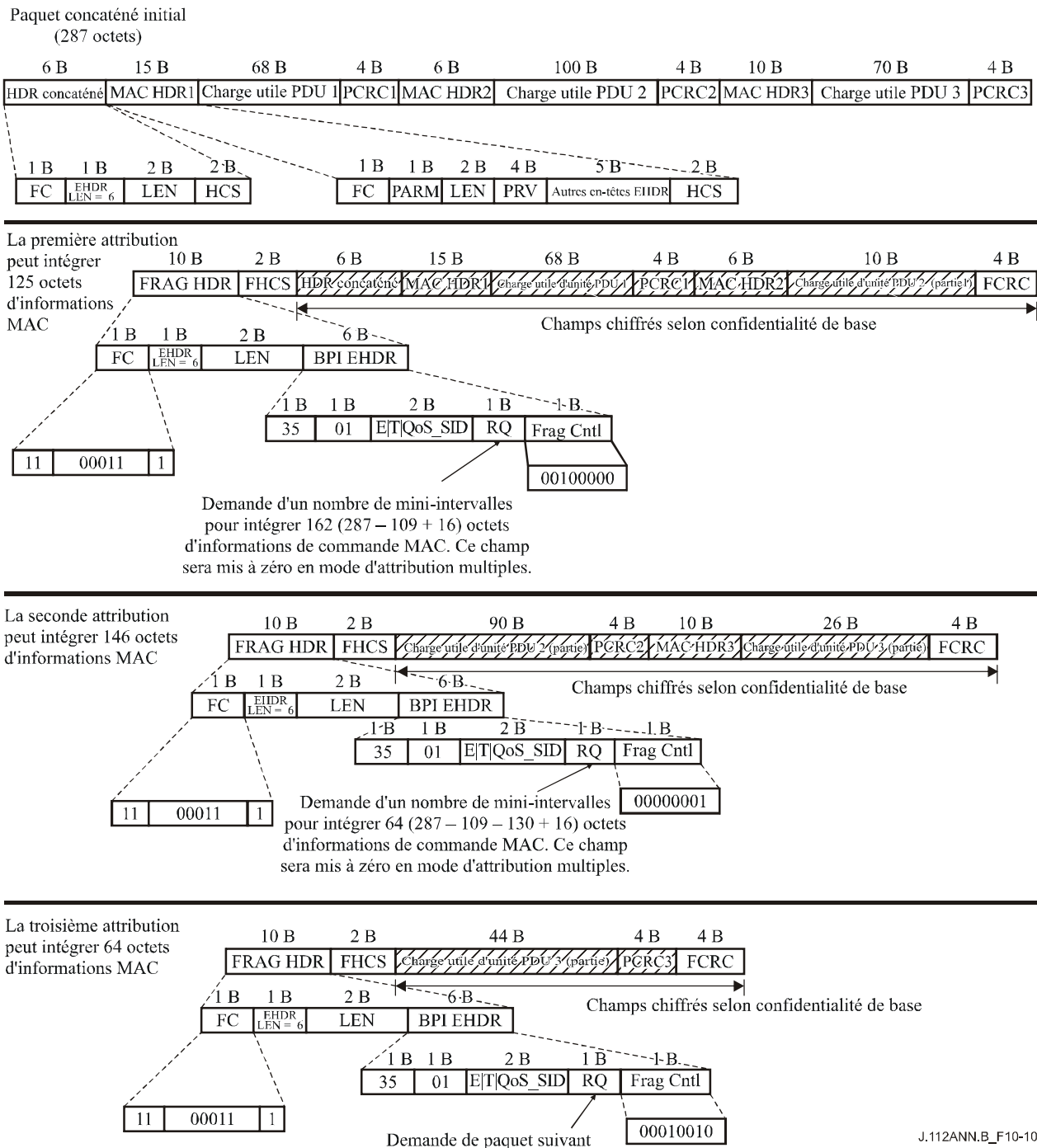


Figure B.10-10/J.112 – Exemple de fragmentation d'un paquet concaténé

#### **B.10.4 Suppression d'en-tête de charge utile**

Le paragraphe B.10.4.1 (Aperçu général) expose les principes de la suppression d'en-tête de charge utile. Les paragraphes suivants exposent la signalisation pour l'initialisation, le fonctionnement et la terminaison. On trouvera finalement des exemples spécifiques de l'amont et de l'aval. Les définitions suivantes sont utilisées:

**B.10.4-a PHS** – Suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression*): suppression d'une chaîne d'octets initiale chez l'expéditeur et restauration de cette chaîne d'octets chez le récepteur.

**B.10.4-b Règle PHS** – Règle de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression rule*): ensemble de TLV s'appliquant à un indice de PHS spécifique.

**B.10.4-c PHSF** – Champ de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression field*): chaîne d'octets représentant la partie en-tête d'une unité PDU dans laquelle un ou plusieurs octets seront supprimés (c'est-à-dire une photographie de l'en-tête d'unité PDU non comprimé y compris les octets supprimés et non supprimés).

**B.10.4-d PHSI** – Indice de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression index*): valeur de 8 bits qui renvoie à la chaîne d'octets supprimée.

**B.10.4-e PHSM** – Gabarit de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression mask*): gabarit binaire qui indique les octets à supprimer dans le champ PHSF et les octets à conserver.

**B.10.4-f PHSS** – Taille de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression size*): longueur du champ supprimé, en octets. Cette valeur est équivalente au nombre d'octets contenus dans le champ PHSF ainsi qu'au nombre de bits valides dans le gabarit PHSM.

**B.10.4-g PHSV** – Vérification de suppression d'en-tête de charge utile (*payload header suppression verify*): fanion qui demande à l'entité expéditrice de vérifier tous les octets qui doivent être supprimés.

##### **B.10.4.1 Aperçu général**

Lors de la suppression d'en-tête de charge utile, l'entité expéditrice supprime – et l'entité réceptrice restaure – une partie répétitive des en-têtes qui suivent le champ d'en-tête étendu. En amont, c'est l'entité expéditrice qui est le CM et l'entité réceptrice qui est le CMTS. En aval, l'entité expéditrice est le CMTS et l'entité réceptrice est le CM. L'en-tête étendu de commande MAC contient un indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI) qui renvoie au champ de suppression d'en-tête de charge utile (PHSF).

Bien que la suppression PHS puisse être utilisée avec n'importe quel type de flux de service, elle a été conçue pour l'être avec le type de programmation par service d'attribution non sollicitée (UGS), qui fonctionne le plus efficacement avec des paquets de longueur fixe. La suppression PHS fonctionne bien avec le service UGS parce que, contrairement à d'autres processus de compression d'en-tête parfois utilisés avec des données IP, elle supprime toujours le même nombre d'octets dans chaque paquet. PHS produira toujours un en-tête de paquet comprimé de longueur fixe.

L'entité expéditrice utilise des classificateurs pour mapper des paquets dans un flux de service. Le classificateur mappe de façon univoque les paquets dans sa règle de suppression d'en-tête de charge utile associée. L'entité réceptrice utilise l'identifiant de service (SID) et l'indice PHSI pour restaurer la règle PHSR.

Une fois que les champs PHSF et PHSS d'une règle sont connus, cette règle est considérée comme "entièrement définie" et aucun de ses champs ne peut être modifié. Si une modification du fonctionnement de suppression PHS est souhaité pour des paquets classifiés vers le flux, l'ancienne règle doit être supprimée du flux de service et une nouvelle règle doit être instaurée.

Lorsqu'un classificateur est supprimé, toute règle de suppression PHS éventuellement associée DOIT également être supprimée.

La suppression PHS possède une option de vérification PHSV permettant de vérifier ou de ne pas vérifier la charge utile avant de la supprimer. La suppression PHS possède également une option de gabarit PHSM permettant de sélectionner des octets à ne pas supprimer. Cette option sert à envoyer des octets qui changent, comme les nombres d'une séquence IP, tout en supprimant les octets invariables.

Les règles de suppression PHS sont cohérente pour tous les types de service de programmation. Les demandes et attributions de largeur de bande sont spécifiées après prise en compte de la suppression. Pour les services d'attribution non sollicitée, la taille d'attribution est choisie par le paramètre TLV Taille d'attribution non sollicitée. L'en-tête de paquet ayant été supprimé, le paquet peut être égal ou inférieur à la taille d'attribution.

Le CMTS DOIT attribuer toutes les valeurs d'indice PHSI comme il attribue toutes les valeurs d'identifiant SID. L'entité expéditrice ou réceptrice PEUT spécifier les champs PHSF et PHSS, ce qui autorise des en-têtes préconfigurés ou de protocoles de signalisation de niveau supérieur, hors du domaine d'application de l'Annexe B, afin d'établir des entrées de mémoire cache. La suppression PHS est destinée au service en envoi individuel et n'est pas définie pour le service multidiffusion.

Il appartient à l'entité du service de couche supérieure de produire une règle de suppression PHS qui désigne de manière unique l'en-tête supprimé à l'intérieur du flux de service. Il appartient également à l'entité du service de couche supérieure de garantir que les chaînes d'octets supprimées sont constantes d'un paquet à l'autre pendant la durée du flux de service actif.

#### **B.10.4.2 Exemples d'applications**

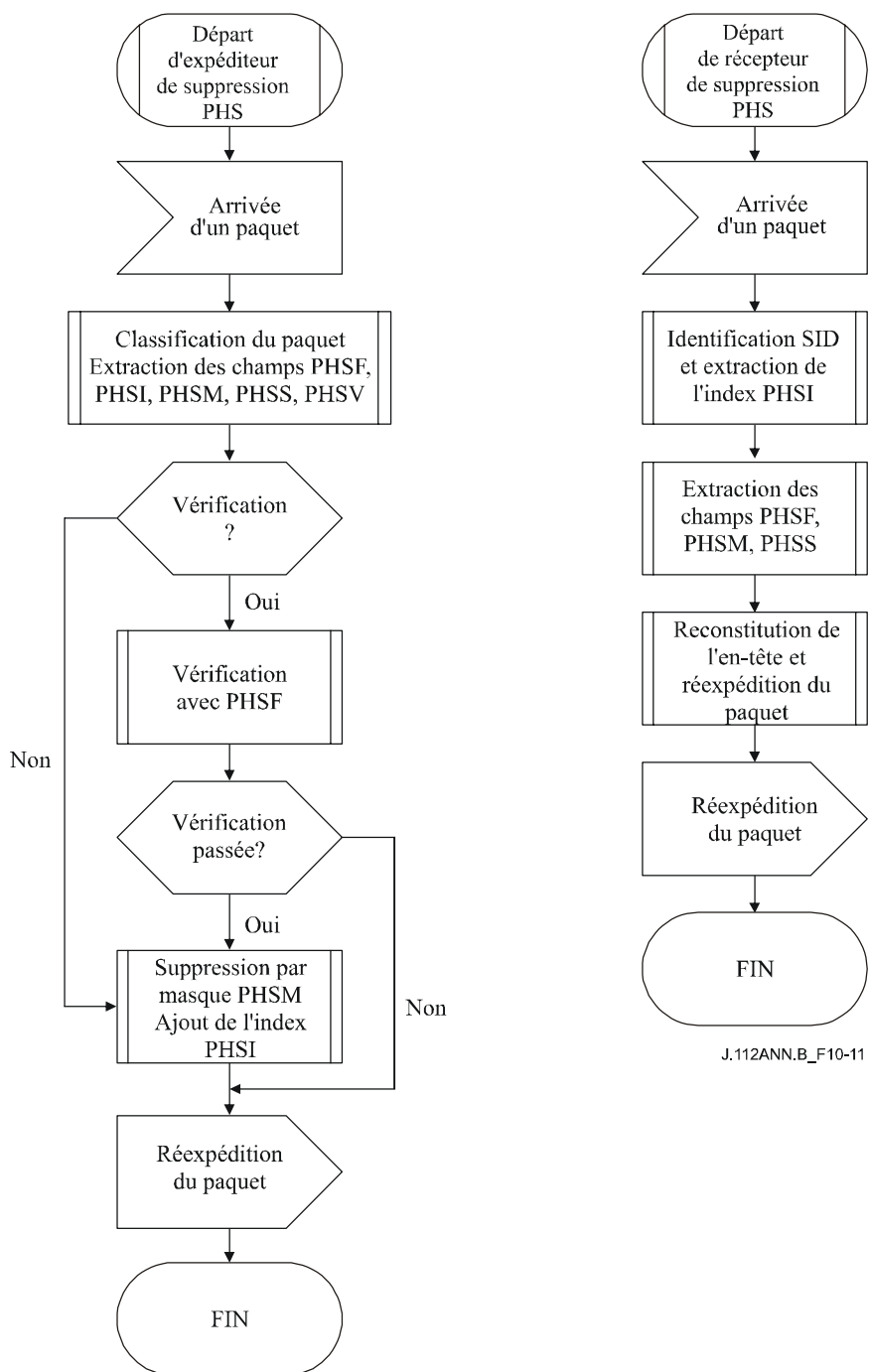
- Un classificateur sur un flux de service amont qui définit de façon univoque un flux de voix sur IP (VoIP, *voice-over-IP*) en spécifiant un type de protocole UDP, une adresse de source IP, une adresse de destination IP, un accès de source UDP, un accès de destination UDP, la référence du flux de service et une taille de suppression PHS de 42 octets. Une règle de suppression PHS renvoie à ce classificateur en fournissant une valeur d'indice PHSI qui désigne ce flux de support VoIP. Dans le cas de l'amont, 42 octets d'en-tête de charge utile sont vérifiés et supprimés et un en-tête étendu de deux octets, contenant l'indice PHSI, est ajouté à chaque paquet de ce flux de support.
- Un classificateur qui désigne les paquets dans un flux de service dont 90% correspondent à la règle PHSR. La vérification est activée. Cela peut s'appliquer à une situation de compression de paquet dans laquelle des réinitialisations de compression sont effectuées de temps en temps et dans laquelle l'en-tête est variable. Dans cet exemple, l'algorithme de programmation autorisera une largeur de bande variable et seulement 90% des paquets pourront faire supprimer leur en-tête. Comme l'existence de l'en-tête étendu d'indice PHSI indiquera le choix effectué, la simple recherche d'identifiant SID/indice PHSI par l'entité réceptrice donnera toujours le résultat approprié.
- Un classificateur de flux de service amont qui désigne tous les paquets IP en spécifiant l'Ethertype IP, l'identifiant de flux de service, une taille PHSS de 14 octets et aucune vérification par l'entité expéditrice. Dans cet exemple, le CMTS a décidé d'acheminer le paquet et sait qu'il n'aura pas besoin des 14 premiers octets de l'en-tête Ethernet, même si certaines parties peuvent varier, comme l'adresse de source ou l'adresse de destination. Le CM supprime 14 octets de chaque trame amont (en-tête Ethernet) sans vérifier leur contenu et retransmet la trame vers le flux de service.

### **B.10.4.3 Fonctionnement**

Afin de clarifier le flux opérationnel des paquets, le présent paragraphe décrit une implémentation possible. Les implémentations de CM et CMTS ont la possibilité d'effectuer la suppression d'en-tête de charge utile de la façon qui leur convient, du moment que le protocole spécifié dans ce paragraphe est suivi. La Figure B.10-11 décrit la procédure ci-après.

Un paquet est soumis à la couche de service MAC du CM. Celui-ci applique sa liste de règles de classificateur. Une correspondance de règle se traduira par un flux de service amont, un identifiant SID et une règle de suppression PHS. Celle-ci fournit les champs PHSF, PHSI, PHSM, PHSS et PHSV. Si le champ PHSV est mis à zéro ou n'est pas présent, le CM compare les octets contenus dans l'en-tête de paquet aux octets à supprimer du champ PHSF, comme indiqué par le gabarit PHSM. S'ils correspondent, le CM insère l'indice PHSI dans le champ PHS\_Parm de l'élément d'en-tête étendu du flux de service et met le paquet en file d'attente du flux de service amont.

Lorsque le paquet est reçu par le CMTS, celui-ci détermine l'identifiant SID associé, soit par des moyens internes soit à partir d'autres éléments d'en-tête étendu comme l'en-tête étendu d'interface BPI. Le CMTS utilise le SID et le PHSI pour rechercher les champs PHSF, PHSM et PHSS. Le CMTS reconstitue le paquet puis procède au traitement normal de paquet. Le paquet reconstitué contiendra des octets issus du champ PHSF. Si la vérification a été activée, les octets du champ PHSF correspondront à ceux de l'en-tête initial. Si elle n'a pas été activée, rien ne garantit que les octets du champ PHSF correspondront à ceux de l'en-tête d'origine.

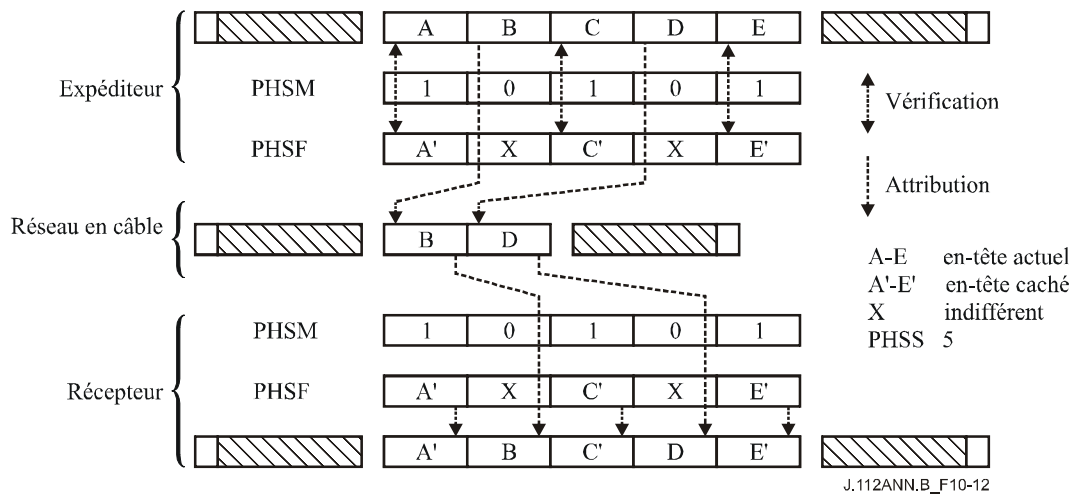


**Figure B.10-11/J.112 – Opération de suppression d'en-tête de charge utile**

Une opération analogue se produit en aval. Le CMTS applique sa liste de classificateurs. Une correspondance avec le classificateur produira un flux de service aval et une règle de suppression PHS qui fournira les champs PHSF, PHSI, PHSM, PHSS et PHSV. Si le champ PHSV est mis à zéro ou est absent, le CMTS vérifiera le champ de suppression aval dans le paquet contenant le champ PHSF. S'ils correspondent, le CMTS supprimera tous les octets contenus dans le champ de suppression aval, sauf ceux qui sont masqués par PHSM. Le CMTS insérera ensuite l'indice PHSI dans le champ PHS\_Parm de l'élément EH de flux de service et mettra le paquet en file d'attente sur le flux de service aval.

Le CM recevra le paquet sur la base du filtrage d'adresse de destination Ethernet. Il utilisera ensuite l'indice PHSI pour rechercher les champs PHSF, PHSM et PHSS. Le CM reconstitue le paquet puis commence le traitement de paquet normal.

La Figure B.10-12 décrit la suppression et la restauration de paquet avec utilisation du masquage PHS. Ce masquage ne permet la suppression que des octets qui ne changent pas. Noter que les champs PHSF et PHSM recouvrent tout le champ de suppression, y compris les octets supprimés et les octets non supprimés.



**Figure B.10-12/J.112 – Suppression d'en-tête de charge utile avec masquage**

#### B.10.4.4 Signalisation

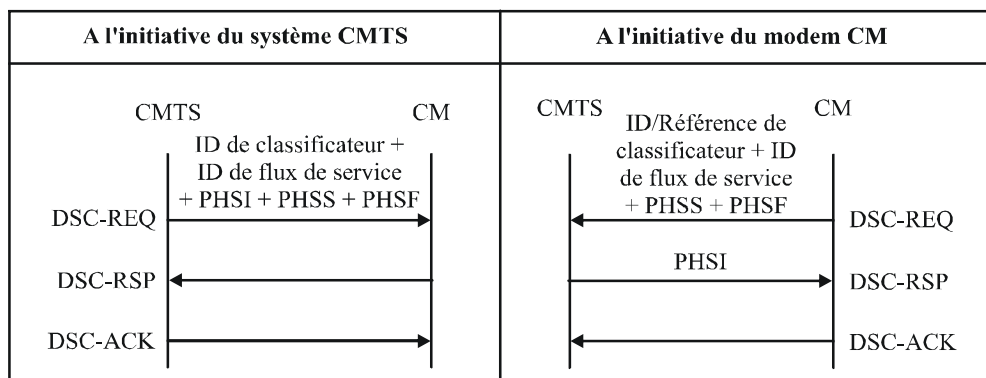
La suppression d'en-tête de charge utile implique la création des trois objets suivants:

- flux de service;
- classificateur;
- règle de suppression d'en-tête de charge utile.

Ces trois objets PEUVENT être créés dans des flux de messages distincts ou PEUVENT être créés simultanément.

Les règles de suppression PHS sont créées avec des messages Inscription, DSA ou DSC. Le CMTS DOIT définir l'indice PHSI lors de la création de la règle de PHS. Les règles PHS sont supprimées avec les messages DSC ou DSD. Le CM ou le CMTS PEUT définir les champs PHSS et PHSF.

La Figure B.10-13 montre les deux façons de signaler la création d'une règle de PHS.



**Figure B.10-13/J.112 – Exemples de signalisation de suppression d'en-tête de charge utile**

Il est possible de définir partiellement une règle de PHS (en particulier sa longueur) au moment de la création d'un flux de service.

Par exemple, lorsqu'un flux de service est mis pour la première fois à disposition, il est probable que la longueur du champ d'en-tête à supprimer sera connue. Les valeurs de certains éléments de ce champ (comme les adresses IP, les numéros d'accès UDP, etc.) ne seront peut-être pas connues mais seront fournies dans un message DSC suivant dans le cadre de l'activation du flux de service (au moyen de l'action DSC "fixer la règle PHS").

Une règle de PHS est partiellement définie lorsque les valeurs des deux champs PHSF et PHSS ne sont pas connues. Lorsqu'elles le sont, la règle est considérée comme entièrement définie et NE DOIT PAS être modifiée par la signalisation DSC. Les champs PHSV et PHSM ont des valeurs par défaut et ne sont donc pas requis pour définir entièrement une règle de suppression PHS. Si les champs PHSV et PHSM ne sont pas connus au moment où la règle devient entièrement définie, les valeurs par défaut de ces champs sont utilisées et NE DOIVENT PAS être modifiées par la signalisation DSC.

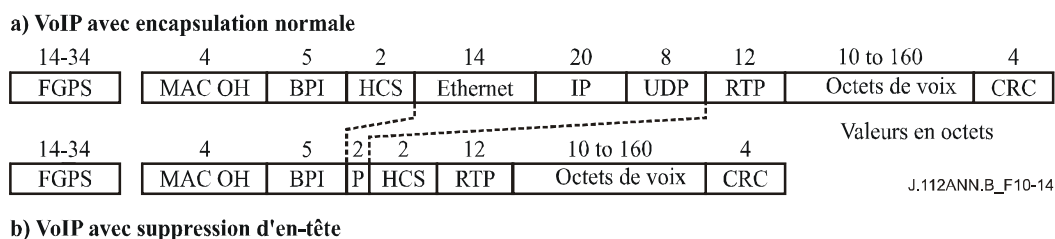
Chaque étape de la définition de règle de PHS, qu'il s'agisse d'une demande Inscription, DSA ou DSC, DOIT contenir un identifiant (ou une référence) de flux de service et un identifiant (ou une référence) de classificateur afin de désigner sans équivoque la règle de PHS à définir. Une paire indice PHS – identifiant de service est utilisée pour désigner sans équivoque la règle de PHS au cours d'un transfert amont de paquet. L'indice PHS est suffisant pour désigner sans équivoque la règle PHS utilisée au cours du transfert aval de paquet.

#### B.10.4.5 Exemples de suppression d'en-tête de charge utile

##### B.10.4.5.1 Exemple amont

Une classe de service est établie sous le nom de "G711-US-UGS-HS-42". Elle est destinée au trafic VoIP amont selon G.711 avec service d'attribution non sollicitée. Lorsque des classificateurs sont ajoutés au flux, une valeur de PHSS = 42 est incluse, indiquant explicitement que les 42 premiers octets qui suivent l'en-tête étendu MAC de tous les paquets de ce flux doivent être vérifiés, supprimés et restaurés. Dans cet exemple, la classe de service est configurée de façon que tout paquet qui n'y satisfait pas correctement n'aura pas son en-tête supprimé et que ce paquet sera écarté car il dépassera la taille d'attribution non sollicitée (voir au § B.C.2.2.6.3).

La Figure B.10-14 montre l'encapsulation utilisée en amont avec et sans suppression d'en-tête de charge utile. Une charge utile VoIP en protocole RTP sans sécurité IPsec est utilisée comme exemple spécifique pour en démontrer l'efficacité.



**Figure B.10-14/J.112 – Exemple de suppression d'en-tête de charge utile amont**

La Figure B.10-14-a montre un paquet RTP normal porté dans un canal amont. Le début de la trame représente la redondance de couche Physique (FGPS), la durée de garde, le préambule et les octets de bourrage. Ces derniers apparaissent dans le dernier codet et lors de l'insertion de blocs dans les mini-intervalles. Ensuite arrive la redondance de couche MAC contenant les 6 octets de l'en-tête MAC avec un en-tête étendu d'interface BPI de 5 octets, les 14 octets de l'en-tête Ethernet et les 4 octets terminaux du CRC Ethernet. La charge utile VoIP utilise un en-tête de 20 octets, un en-tête



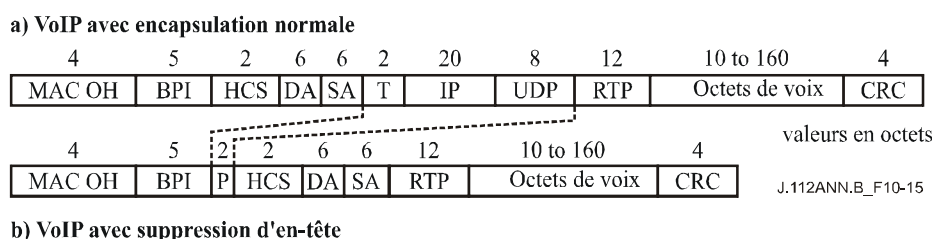
UDP de 8 octets et un en-tête RTP de 12 octets. La charge utile vocale est variable et dépend de la durée d'échantillonnage et de l'algorithme de compression utilisés.

La Figure B.10-14-b montre la même charge utile avec activation de la suppression d'en-tête. En amont, la suppression d'en-tête commence par le premier octet après la somme de contrôle d'en-tête MAC. L'en-tête Ethernet de 14 octets, l'en-tête IP de 20 octets et l'en-tête UDP de 8 octets ont été supprimés et un élément PHS d'en-tête étendu de 2 octets a été ajouté, soit une réduction nette de 40 octets. Dans cet exemple de connexion VoIP établie, ces champs restent constants d'un paquet à l'autre et sont par ailleurs redondants.

### B.10.4.5.2 Exemple aval

Une classe de service est établie sous le nom de "G711-DS-HS-30". Elle est destinée au trafic VoIP aval G.711. Lorsque des classificateurs sont ajoutés au flux de service, une valeur de PHSS = 30 est incluse, indiquant explicitement que 30 octets de l'en-tête de charge utile de tous les paquets de ce flux doivent être traités pour suppression et restauration conformément au champ PHSM. Tout paquet qui n'y satisfait pas correctement n'aura pas son en-tête supprimé mais sera transmis sous réserve des règles de conformation du trafic appliquées à ce flux de service.

La Figure B.10-15-a montre l'encapsulation utilisée en aval avec et sans suppression d'en-tête de charge utile. Une charge utile VoIP en protocole RTP sans sécurité IPsec est utilisée comme exemple spécifique pour en démontrer l'efficacité.



**Figure B.10-15/J.112 – Exemple de suppression d'en-tête de charge utile aval**

La Figure B.10-15-a montre un paquet RTP normal qui est acheminé dans un canal aval. La redondance de couche 2 contient les 6 octets de l'en-tête MAC avec un en-tête étendu d'interface BPI de 5 octets, les 14 octets de l'en-tête Ethernet (6 octets d'adresse de destination, 6 octets d'adresse de source, et 2 octets de champ EtherType) et les 4 octets terminaux du CRC Ethernet. La charge utile VoIP de couche 3 utilise un en-tête de 20 octets, un en-tête UDP de 8 octets et un en-tête RTP de 12 octets. La charge utile vocale est variable et dépend de la durée d'échantillonnage et de l'algorithme de compression utilisés.

La Figure B.10-15-b montre la même charge utile avec activation de la suppression d'en-tête de charge utile. En amont, la suppression d'en-tête de charge utile commence par le treizième octet après la somme de contrôle d'en-tête MAC, ce qui conserve l'adresse de destination et l'adresse de source Ethernet qui sont requises pour que le CM puisse filtrer et recevoir le paquet. Les 2 octets restants de l'en-tête Ethernet, l'en-tête IP de 20 octets et l'en-tête UDP de 8 octets ont été supprimés et un élément PHS d'en-tête étendu de 2 octets a été ajouté, soit une réduction nette de 28 octets. Dans cet exemple de connexion VoIP établie, ces champs restent constants d'un paquet à l'autre et sont par ailleurs redondants.

## B.11 Interaction entre modem câble et système CMTS

Le présent paragraphe couvre les prescriptions clés en matière d'interaction entre le modem câble et le système CMTS. L'interaction peut être divisée en cinq catégories fondamentales: initialisation, authentification, configuration, autorisation et signalisation.

### B.11.1 Initialisation du système CMTS

Le mécanisme utilisé pour l'initialisation du CMTS (terminal local, téléchargement de fichiers, protocole SNMP, etc.) est décrit dans [SCTE4]. Il DOIT satisfaire les critères suivants d'interopérabilité de systèmes:

- le CMTS DOIT être capable de se réamorcer et de fonctionner en mode autonome en utilisant des données de configuration contenues dans la mémoire permanente;
- si des paramètres valides ne sont pas disponibles dans la mémoire permanente ou par un autre mécanisme tel que le système de gestion du spectre (SMS, *spectrum management system*) (voir SMS), le CMTS ne DOIT PAS générer de messages dans le sens aval (y compris de signal de synchronisation). Cela empêchera les CM de transmettre;
- le CMTS DOIT fournir les informations définies au § B.8 aux CM pour chaque canal amont.

### B.11.2 Initialisation du modem câble

La procédure d'initialisation d'un modem câble DOIT être telle que représentée à la Figure B.11-1. Cette figure montre le flux global entre les étapes d'initialisation dans un CM. Elle n'illustre aucun chemin d'erreur et ne fournit qu'un aperçu général du processus. Des représentations plus détaillées des automates à états finis (y compris les chemins d'erreur) sont fournies dans les figures suivantes selon les divers paragraphes. Les valeurs de temporisation sont définies à l'Annexe B.B.

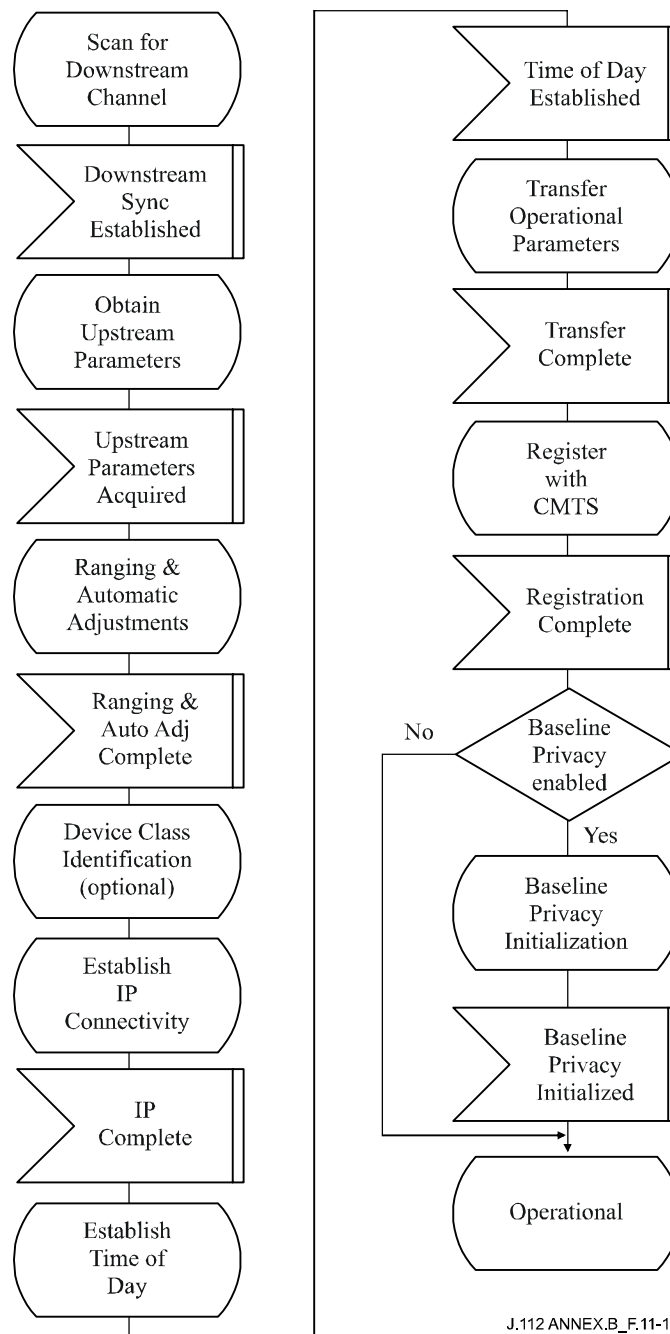
La procédure d'initialisation d'un modem câble et de réinitialisation par un CM de sa commande MAC peut être subdivisée en phases comme suit:

- exploration et synchronisation vers l'aval;
- obtention des paramètres amont;
- télémétrie et réglages automatiques;
- identification (facultative) de la classe d'appareil;
- établissement de la connexité IP;
- établissement de l'heure locale;
- transfert des paramètres d'exploitation;
- inscription;
- initialisation de la confidentialité de base (si le CM est configuré pour appliquer la confidentialité de base).

Chaque CM contient les informations suivantes lorsqu'il sort de l'usine:

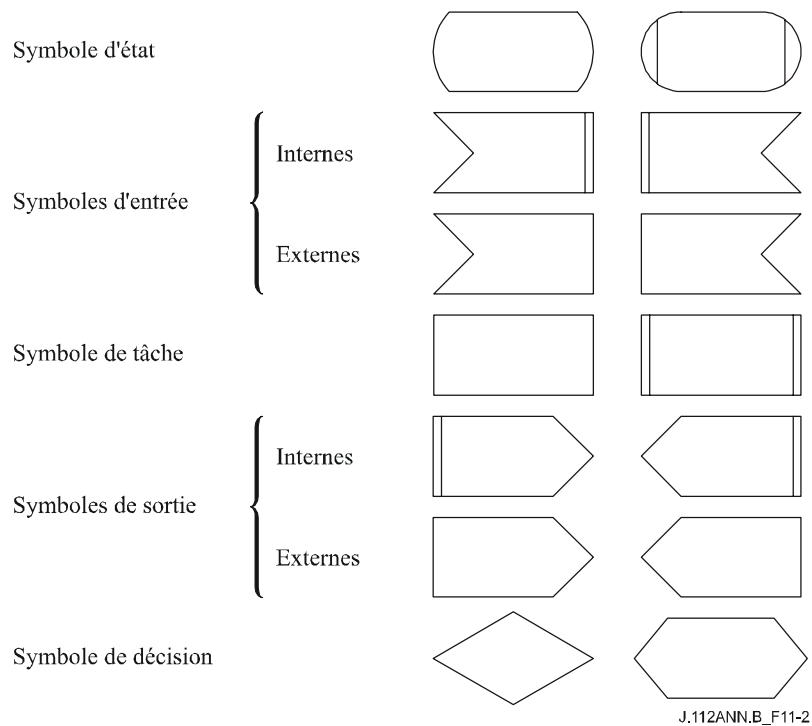
- une adresse MAC unique [IEEE 802] de 48 bits qui lui est attribuée en cours de fabrication. Cette adresse sert à identifier le modem auprès des divers serveurs de mise à disposition pendant l'initialisation;
- des informations de sécurité telles que définies dans [UIT-T J.125] (par exemple certificat X.509) afin d'authentifier le CM auprès du serveur de sécurité et d'authentifier les réponses reçues des serveurs de sécurité et de mise à disposition.

La notation en langage de description et de spécification (SDL, *specification and description language*) utilisée dans les figures suivantes est illustrée à la Figure B.11-2 (voir [UIT-T Z.100]).



J.112 ANNEX.B\_F.11-1

**Figure B.11-1/J.112 – Aperçu général de l'initialisation du CM**



**Figure B.11-2/J.112 – Notation SDL**

### B.11.2.1 Exploration et synchronisation vers l'aval

Lors de l'initialisation ou d'une opération "Réinitialiser la commande MAC", le modem câble DOIT acquérir un canal aval. Le CM DOIT disposer d'une mémoire permanente dans laquelle les derniers paramètres de fonctionnement sont mémorisés et DOIT tout d'abord tenter de récupérer ce même canal aval. En cas d'échec, il DOIT commencer une exploration continue des canaux de 6 MHz dans la bande des fréquences aval de fonctionnement jusqu'à ce qu'il trouve un signal aval valide.

Un signal aval est considéré comme valide lorsque le modem a réalisé les étapes suivantes:

- synchronisation de la temporisation du symbole QAM;
- synchronisation du verrouillage de trames FEC;
- synchronisation de la mise en paquet MPEG;
- reconnaissance des messages MAC de SYNC (synchronisation) dans le sens aval.

Pendant l'exploration, il est souhaitable de fournir à l'utilisateur l'indication que le CM est en train de la faire.

Afin de prendre en charge les architectures redondantes de CMTS, lorsqu'un modem câble dans l'état opérationnel détecte qu'un signal vers l'aval est non valide (c'est-à-dire qu'il ne satisfait pas aux quatre critères figurant ci-dessus), le modem câble NE DOIT PAS effectuer immédiatement une opération Réinitialiser la commande MAC. Il doit à la place essayer de rétablir la synchronisation sur le canal aval en vigueur (voir au § B.11.5). De telles tentatives de rétablissement DOIVENT se poursuivre jusqu'à ce que l'opération de télémétrie périodique, comme spécifié à la Figure B.11-17, appelle à une opération "Réinitialiser la commande MAC" après l'expiration du temporisateur T4 ou 16 expirations du temporisateur T3. La Figure B.11-17 indique la procédure qui DOIT être suivie par un modem câble durant le fonctionnement standard.

### B.11.2.2 Obtention des paramètres amont

Voir la Figure B.11-3. Après synchronisation, le CM DOIT attendre un message de descripteur de canal amont (UCD, *upstream channel descriptor*) émanant du CMTS afin de récupérer un ensemble

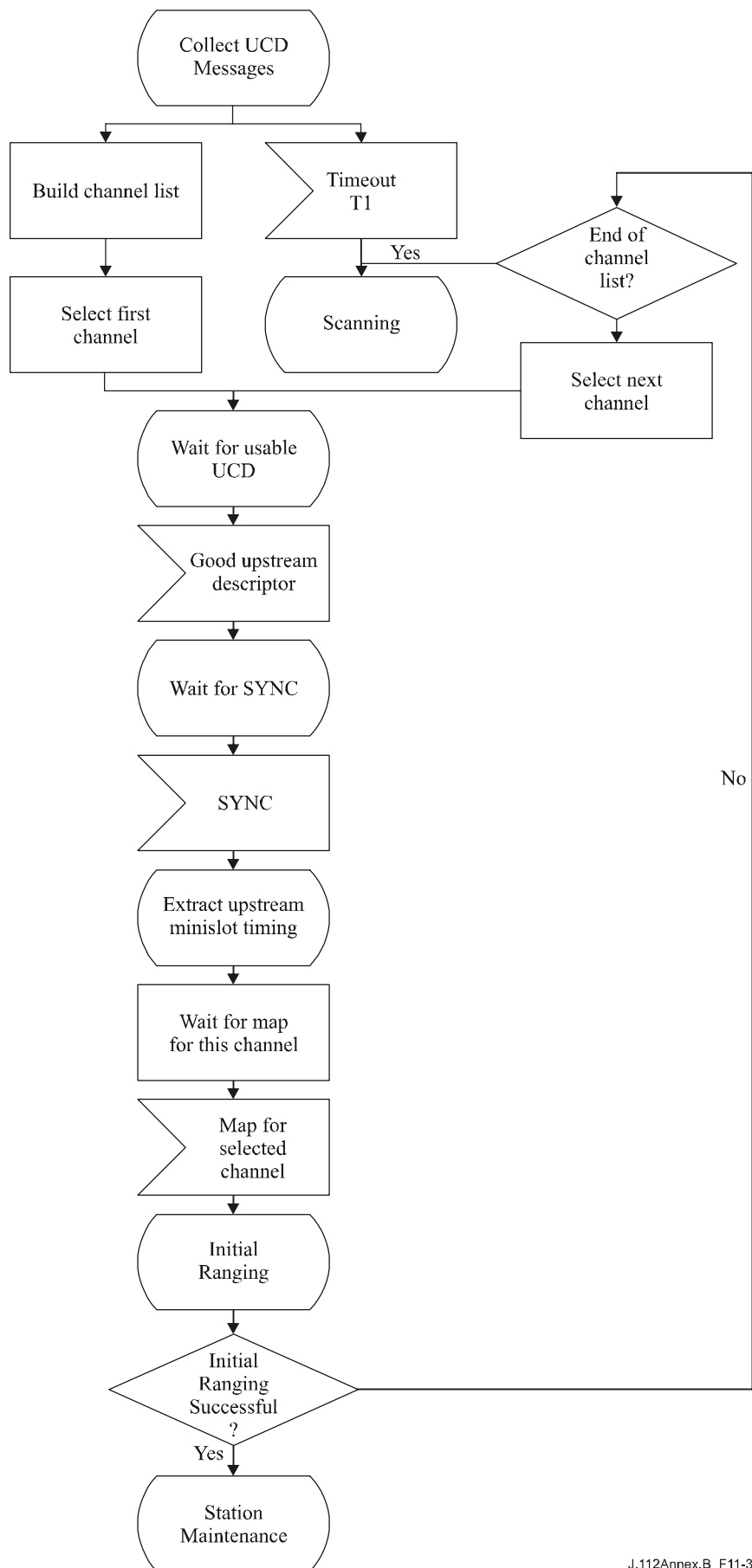
de paramètres de transmission pour un éventuel canal amont. Le CMTS transmet périodiquement ces messages pour tous les canaux amont disponibles à l'adresse de diffusion MAC. Le CM DOIT déterminer d'après les paramètres de description de canal s'il peut utiliser le canal amont.

Le CM DOIT collecter tous les descripteurs UCD qui sont différents par leur champ d'identification de canal afin de construire un ensemble d'identifiants de canal utilisables. Si aucun canal ne peut être trouvé après une période raisonnable, le CM DOIT continuer l'exploration afin de trouver un autre canal aval.

Le CM DOIT déterminer, sur la base des paramètres de description de canal, s'il peut utiliser le canal amont. Si le canal n'est pas utilisable, le CM DOIT essayer l'identifiant de canal suivant jusqu'à ce qu'il trouve un canal utilisable. Si le canal est approprié, le CM DOIT extraire du descripteur UCD les paramètres relatifs à ce canal amont. Il DOIT ensuite attendre le prochain message SYNC et en extraire l'horodatage du mini-intervalle amont. Le CM DOIT ensuite attendre une carte d'attribution de bande passante pour le canal choisi. Il peut commencer à émettre vers l'amont conformément à l'opération de commande MAC et au mécanisme d'attribution de bande passante.

NOTE – En variante, comme le message SYNC s'applique à tous les canaux amont, le CM peut avoir déjà acquis une référence horaire par des messages SYNC antérieurs. Dans ce cas, il ne doit pas attendre de nouveau message SYNC.

Le CM DOIT effectuer une télémétrie initiale au moins une fois selon la Figure B.11-6. Si la télémétrie initiale n'est pas réussie, le prochain identifiant de canal est choisi et la procédure est reprise à partir de l'extraction du descripteur UCD. Lorsqu'il n'y a plus d'identifiants de canal à essayer, le CM DOIT continuer à explorer jusqu'à ce qu'il trouve un autre canal aval.

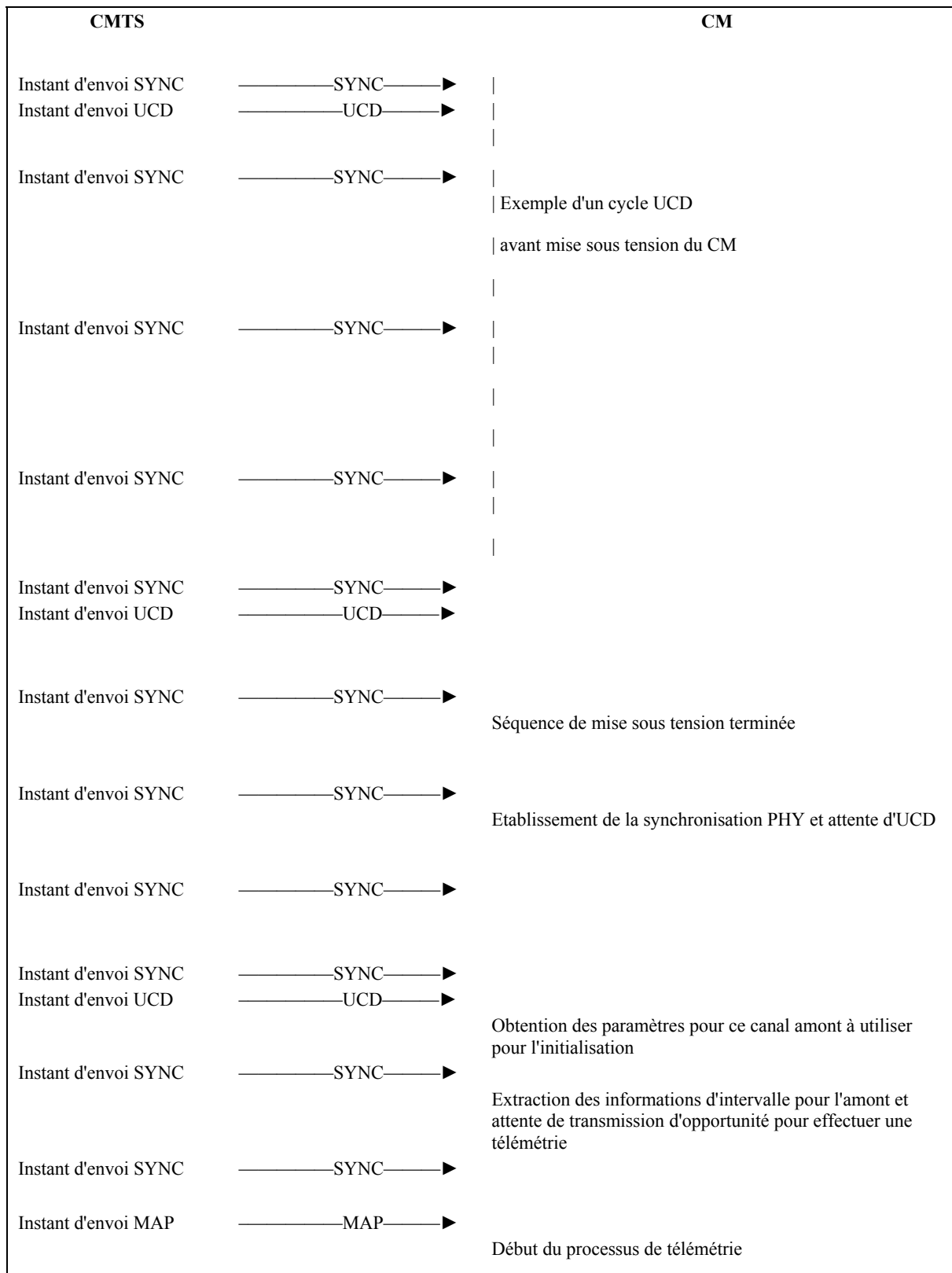


J.112Annex.B\_F11-3

**Figure B.11-3/J.112 – Obtention des paramètres amont**

### B.11.2.3 Flux de messages au cours de l'exploration et acquisition de paramètres amont

Le CMTS DOIT produire en aval, à intervalles périodiques, des messages SYNC et UCD qui s'inscrivent dans les gammes définies à l'Annexe B.B. Ces messages sont adressés à tous les CM. Voir la Figure B.11-4.

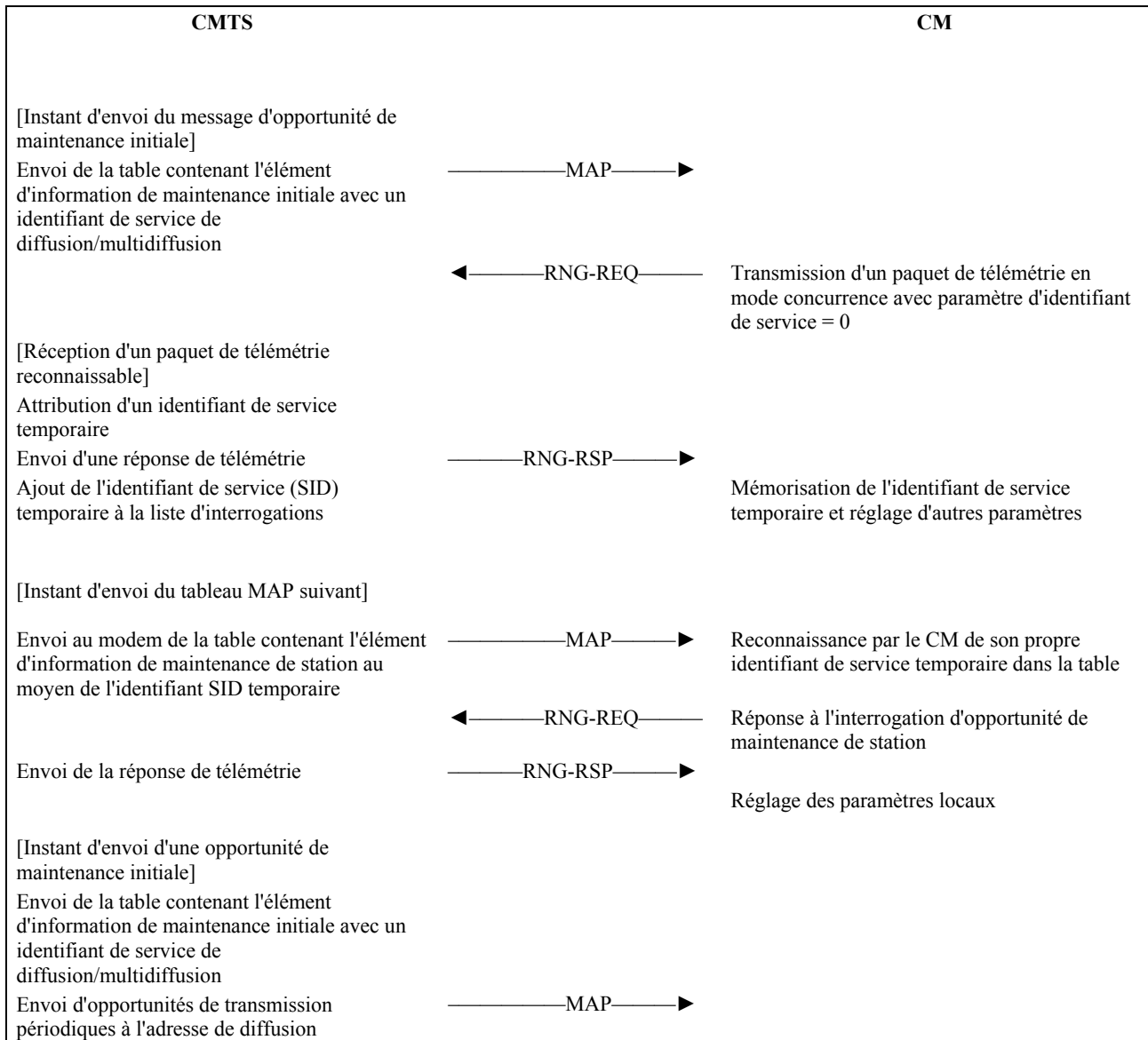


**Figure B.11-4/J.112 – Flux de messages au cours de l'exploration et acquisition de paramètres amont**

### B.11.2.4 Télémétrie et réglages automatiques

Le processus de télémétrie et d'ajustement est entièrement défini au § B.8 et dans les paragraphes suivants. Le diagramme de séquence de messages et les automates d'états finis des pages suivantes définissent le processus de télémétrie et d'ajustement qui DOIT être suivi par les CM et CMTS conformes aux prescriptions. Voir les Figures B.11-5 à B.11-8.

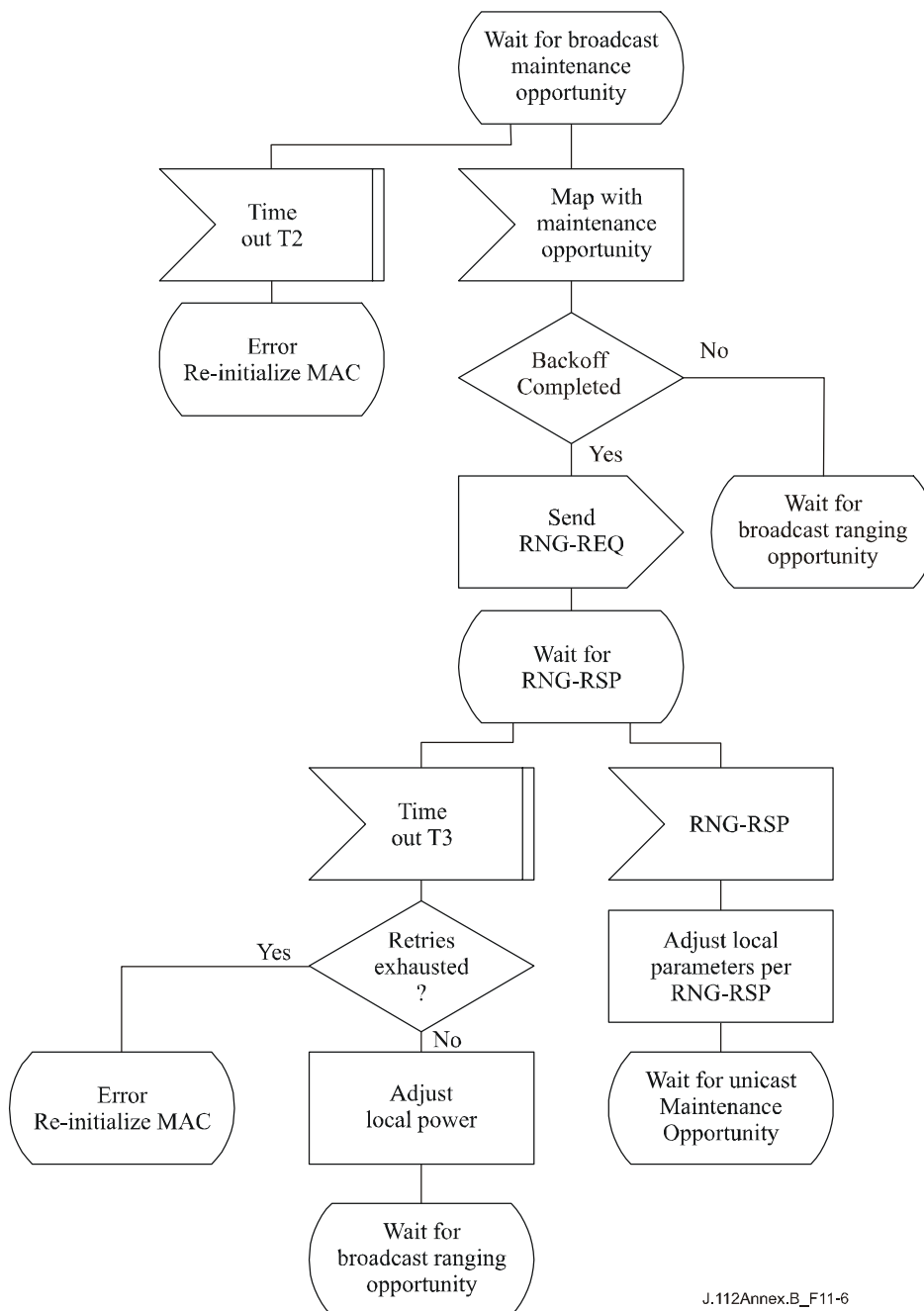
NOTE 1 – Les tableaux MAP sont transmis de la manière décrite au § B.8.



**Figure B.11-5/J.112 – Procédure de télémétrie et de réglages automatiques**

NOTE 2 – Le CMTS DOIT laisser au CM un temps suffisant pour traiter la réponse RNG-RSP précédente (visant à modifier les paramètres d'émission) avant d'envoyer au CM une opportunité de télémétrie spécifique. Ce temps est défini dans l'Annexe B.B comme temps de réponse de télémétrie du CM.

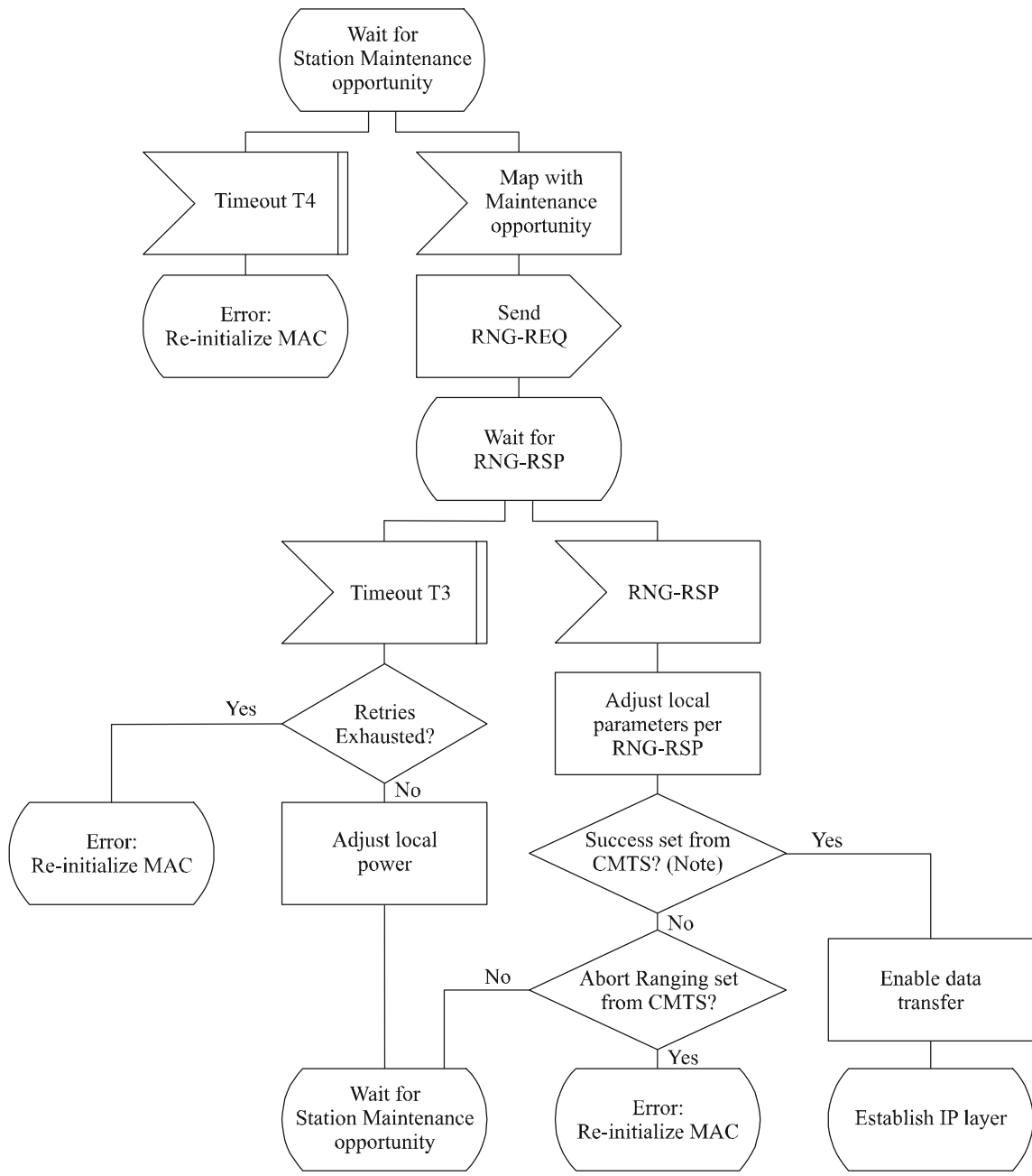




J.112Annex.B\_F11-6

NOTE – La temporisation T3 peut intervenir en cas de collision des demandes RNG-REQ émises par plusieurs modems. Afin d'éviter que ces modems ne répètent la boucle à échelons fixes, une attente aléatoire est nécessaire. Il s'agit d'une attente dans la fenêtre de télémétrie spécifiée dans le tableau MAP. Les temporisations T3 peuvent également intervenir en cours de fonctionnement à canaux multiples. Dans un système à canaux amont multiples, le CM DOIT essayer d'effectuer une télémétrie initiale dans chaque canal amont approprié avant de passer au prochain canal aval disponible.

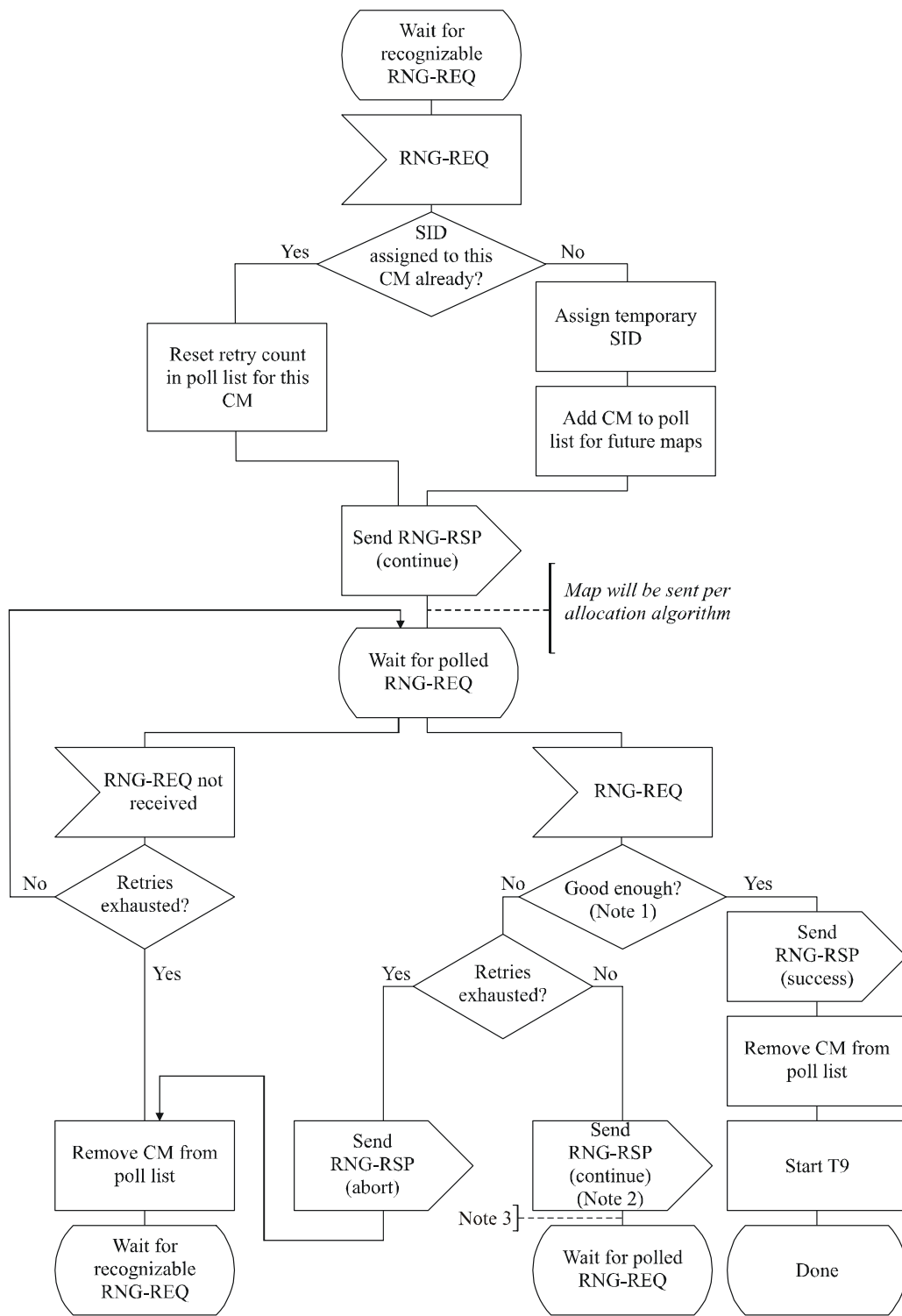
**Figure B.11-6/J.112 – Télémétrie initiale – CM**



J.112ANN.B\_F11-7

NOTE – La demande de télémétrie est dans les tolérances du CMTS.

**Figure B.11-7/J.112 – Télémétrie initiale – CM**



J.112ANN.B\_F11-8

NOTE 1 – Signifie que attente-d'achèvement était à zéro et que la télémétrie est dans les limites tolérables pour le CMTS.  
 NOTE 2 – Si attente-d'achèvement est différent de zéro, le CMTS NE DOIT PAS envoyer de nouveaux coefficients de préégalisation dans la réponse RNG correspondante. Cependant, le CMTS PEUT régler les autres paramètres de télémétrie dans le message RNG-RSP.  
 NOTE 3 – Si la demande RNG attente-d'achèvement était différente de zéro, le CMTS PEUT programmer des opportunités de maintenance de station supplémentaires durant la période d'attente-d'achèvement afin de régler des paramètres de télémétrie autres que l'égaliseur.

**Figure B.11-8/J.112 – Télémétrie initiale – CMTS**

#### B.11.2.4.1 Réglage du paramètre de télémétrie

Le réglage des paramètres locaux (par exemple la puissance d'émission) dans un CM à la suite de la réception (ou non-réception) d'une réponse RNG-RSP est considéré comme dépendant de l'implémentation dans les limites des restrictions suivantes (voir au § B.8.3.6):

- tous les paramètres DOIVENT à tout moment se trouver dans les gammes approuvées;
- le réglage de puissance DOIT commencer à la valeur minimale sauf si une puissance valide est disponible en mémoire permanente, auquel cas celle-ci DOIT être utilisée comme point de départ;
- le réglage de puissance DOIT pouvoir être réduit ou augmenté de la quantité spécifiée en réponse aux messages RNG-RSP;
- si la puissance est augmentée jusqu'à sa valeur maximale au cours de l'initialisation (sans réponse du CMTS), elle DOIT revenir à sa valeur minimale;
- en mode multicanaux, le CM DOIT essayer d'effectuer une télémétrie initiale dans chaque canal amont disponible avant de passer au prochain canal aval disponible;
- en mode multicanaux, le CM DOIT utiliser l'identifiant de canal amont contenu dans la réponse de télémétrie comme spécifié au § B.8.3.6 et à l'Annexe B.H.

#### B.11.2.5 Identification de la classe d'un appareil

Une fois la télémétrie effectuée et avant d'établir la connexité IP, le CM PEUT s'identifier auprès du système CMTS aux fins de la mise à disposition. Voir la Figure B.11-9.

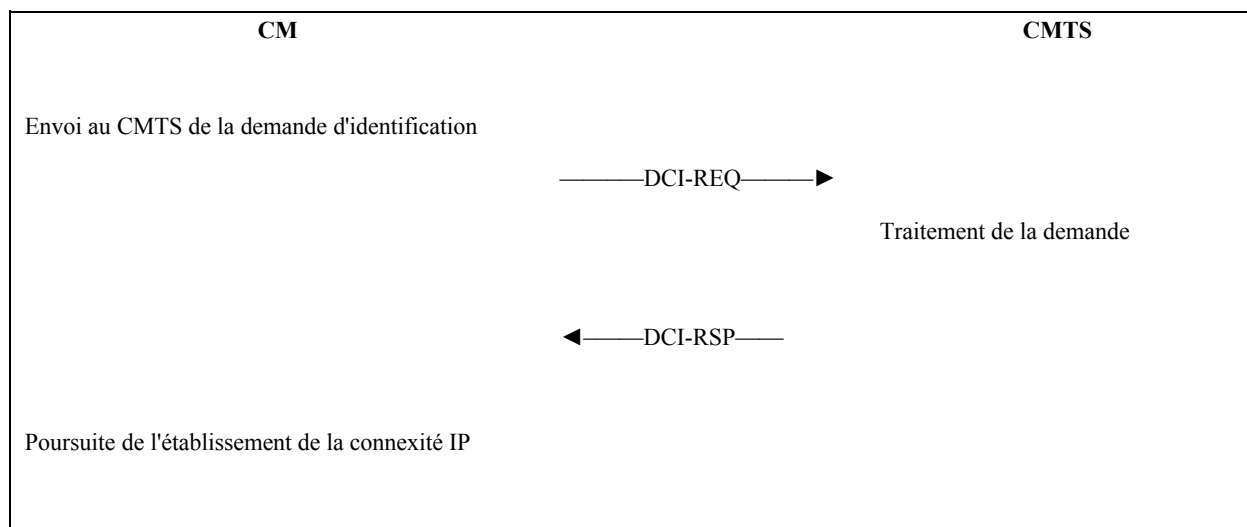
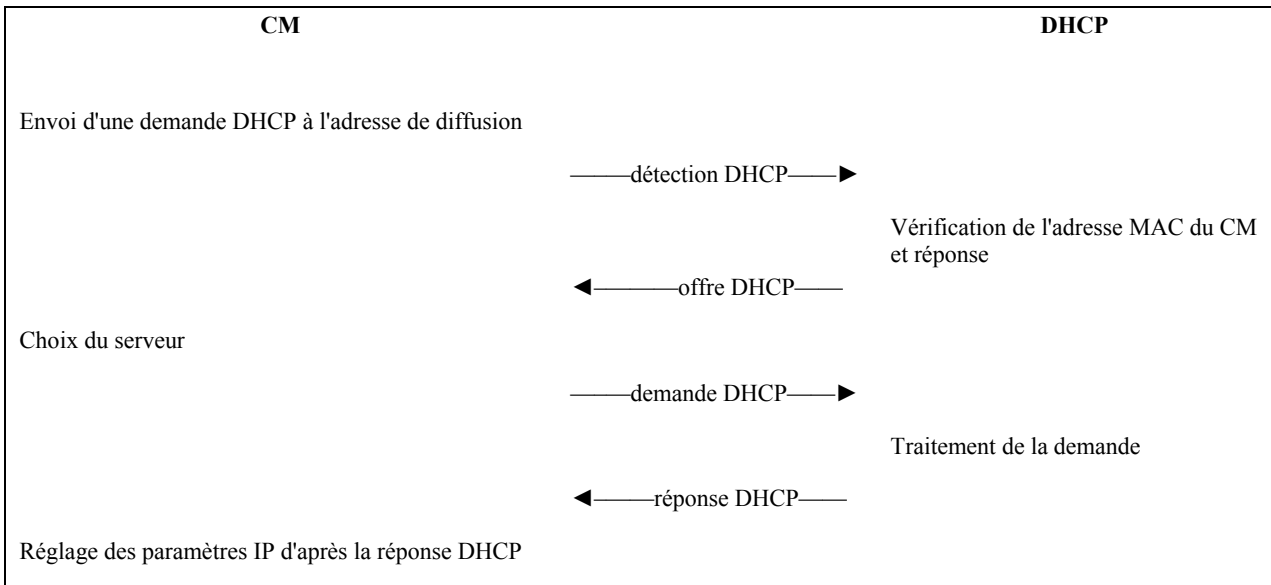


Figure B.11-9/J.112 – Identification de la classe d'appareil

Si l'identification de classe d'appareil est implémentée, le CM DOIT utiliser à cette fin une temporisation adaptative, fondée sur l'attente binaire à croissance exponentielle, comme celle qui est utilisée pour le protocole TFTP. Voir au § B.11.2.8 pour les détails.

#### B.11.2.6 Détermination de la connexité IP

A ce point, le CM DOIT invoquer les mécanismes DHCP [RFC 2131] afin d'obtenir une adresse IP et tout autre paramètre nécessaire pour établir la connexité IP (voir l'Annexe B.D). La réponse DHCP DOIT contenir le nom d'un fichier contenant d'autres paramètres de configuration. Voir la Figure B.11-10.

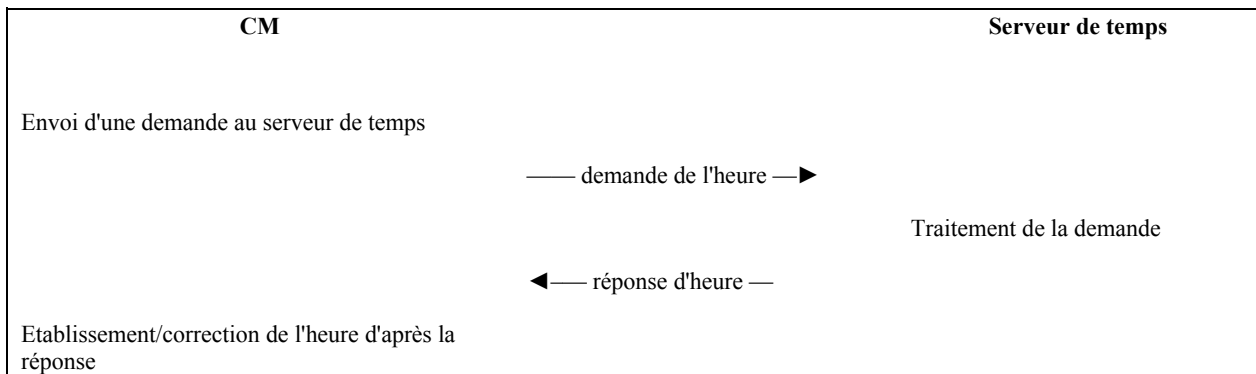


**Figure B.11-10/J.112 – Etablissement de la connectivité IP**

### B.11.2.7 Etablissement de l'heure

Le CM et le CMTS ont besoin de la date et de l'heure actuelles pour l'horodatage des événements enregistrés qui peuvent être restitués par le système de gestion. Ces données n'ont pas besoin d'être authentifiées et une précision à la seconde près est suffisante.

Le protocole par lequel l'heure locale est récupérée est défini dans la [RFC 868]. Voir la Figure B.11-11. La demande et la réponse DOIVENT être transférées au moyen du protocole UDP. L'heure récupérée du serveur (UTC) DOIT être combinée avec le décalage temporel reçu dans la réponse DHCP afin de créer l'heure locale actuelle.



**Figure B.11-11/J.112 – Etablissement de l'heure**

Le serveur DHCP peut offrir à un CM plusieurs adresses IP de serveur temporel, pour essai. Le CM DOIT essayer tous les serveurs temporels inclus dans le message DHCP jusqu'à ce que l'heure locale soit établie.

L'acquisition correcte de l'heure n'est pas obligatoire pour une inscription normale mais elle est nécessaire pour le fonctionnement en cours. Si un CM n'est pas en mesure d'établir l'heure avant l'inscription, il DOIT enregistrer cette défaillance, envoyer une alerte aux ressources de gestion puis passer à un état opérationnel et effectuer des réessais périodiques.

La temporisation spécifique pour les demandes d'heure dépend de l'implémentation. Cependant, pour chaque serveur défini, le CM NE DOIT PAS émettre plus de trois demandes d'heure pour toute

période donnée d'une minute. Le CM DOIT envoyer à chaque serveur spécifié au moins une demande d'heure par période d'une minute donnée jusqu'à ce que l'heure locale soit établie.

### **B.11.2.8 Paramètres opérationnels de transfert**

Une fois que les opérations DHCP sont réussies, le modem DOIT télécharger le fichier de paramètres au moyen du protocole TFTP comme indiqué à la Figure B.11-12. Le serveur de paramètres de configuration par TFTP est spécifié dans le champ "siaddr" de la réponse DHCP. Le CM DOIT appliquer une temporisation adaptative au protocole TFTP sur la base d'une attente binaire à croissance exponentielle. Voir les [RFC 1123] et [RFC 2349].

Les champs de paramètres requis dans la réponse DHCP ainsi que le format et le contenu du fichier de configuration DOIVENT être tels que définis dans l'Annexe B.D. Noter que ces champs représentent le minimum requis pour assurer l'interopérabilité.

Si un modem télécharge un fichier de configuration contenant un canal amont et/ou une fréquence aval différents de ce que ce modem utilise déjà, le modem NE DOIT PAS envoyer au CMTS de message de demande d'inscription. Le modem DOIT refaire la télémétrie initiale au moyen du canal amont et/ou de la fréquence aval configurés selon le § B.8.3.6.3. Le modem PEUT rejeter le fichier de configuration dans le cas d'erreurs de limite de taille (voir au § B.D.2.1).

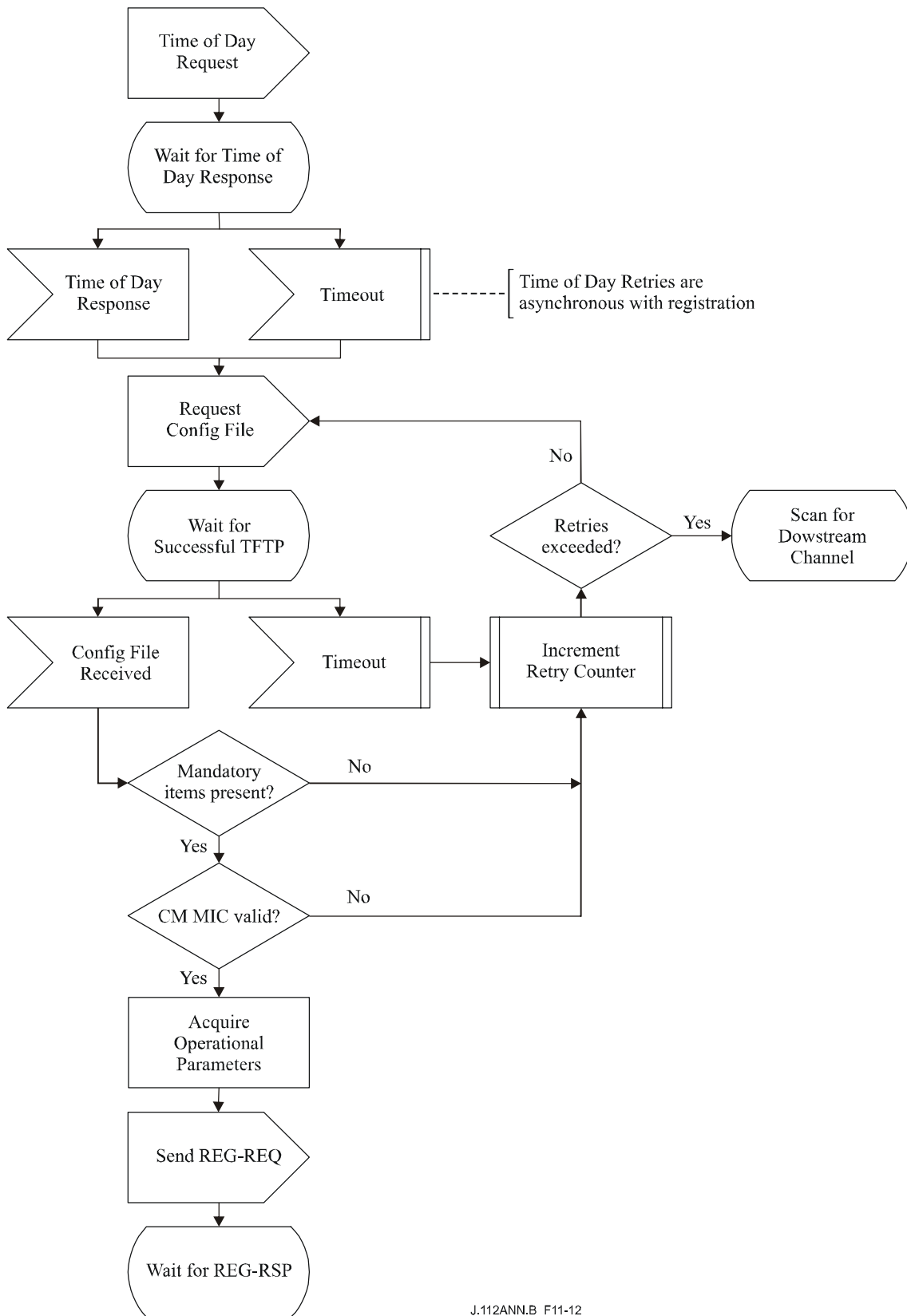
### **B.11.2.9 Inscription**

Un CM DOIT être autorisé à transmettre du trafic dans le réseau une fois qu'il est initialisé et configuré. Le CM est autorisé à transmettre du trafic dans le réseau moyennant son inscription. Pour s'inscrire auprès d'un système CMTS, le CM DOIT lui transmettre sa classe de service configurée et tous autres paramètres opérationnels contenus dans le fichier de configuration (voir au § B.8.3.7) au titre d'une demande d'inscription. Le modem câble DOIT effectuer les opérations suivantes avant l'inscription (voir la Figure B.11-12):

- vérifier les éléments obligatoires dans le fichier de configuration (voir au § B.D.2.2). Le CM DOIT rejeter le fichier de configuration si des éléments obligatoires manquent;
- calculer une vérification MIC selon le § B.D.2.3.1 et la comparer à la MIC de CM incluse dans le fichier de configuration. Si la vérification MIC est non valide, le CM DOIT rejeter le fichier de configuration;
- si le fichier de configuration contient un codage TLV-11, le CM DOIT suivre le processus de configuration défini au § 3.4 de [SCTE4]. Le CM DOIT rejeter le fichier de configuration dans le cas d'un échec du traitement de TLV-11.

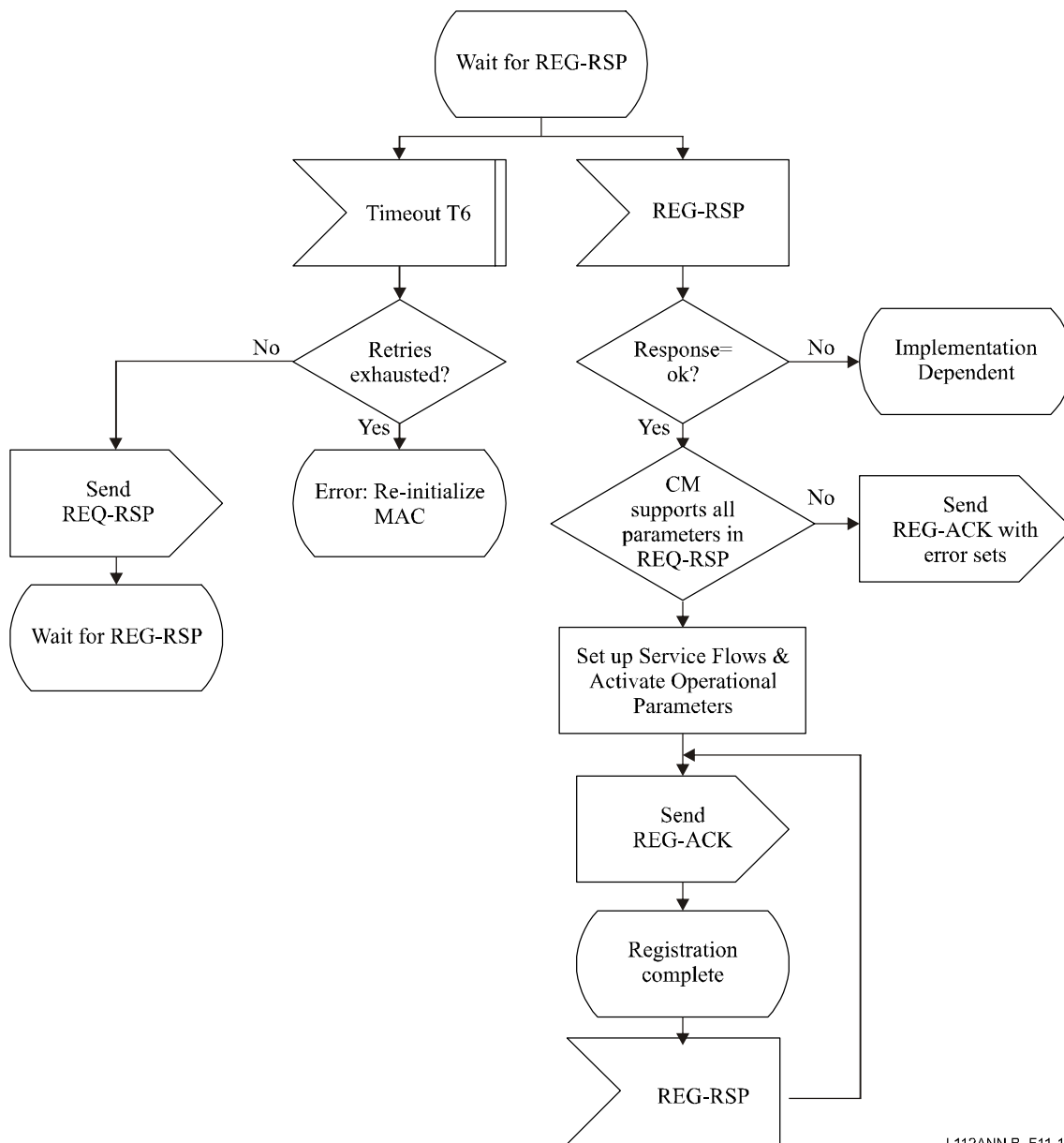
Les paramètres de configuration téléchargés dans le CM DOIVENT comprendre un objet de contrôle d'accès au réseau (voir au § B.C.1.1.3). Si cet objet est réglé sur "pas de transmission", le CM NE DOIT PAS transmettre de données vers le réseau à partir d'un équipement CPE mais DOIT répondre aux demandes de gestion de réseau, ce qui permet de configurer le CM dans un mode où il peut être géré mais dans lequel il ne transmet pas de données.

Une fois que le CM a envoyé une demande d'inscription au CMTS, il DOIT attendre une réponse d'inscription pour l'autoriser à transmettre le trafic vers le réseau. La Figure B.11-13 montre la procédure d'attente qui DOIT être suivie par le CM.



J.112ANN.B\_F11-12

**Figure B.11-12/J.112 – InSCRIPTION du CM**



J.112ANN.B\_F11-13

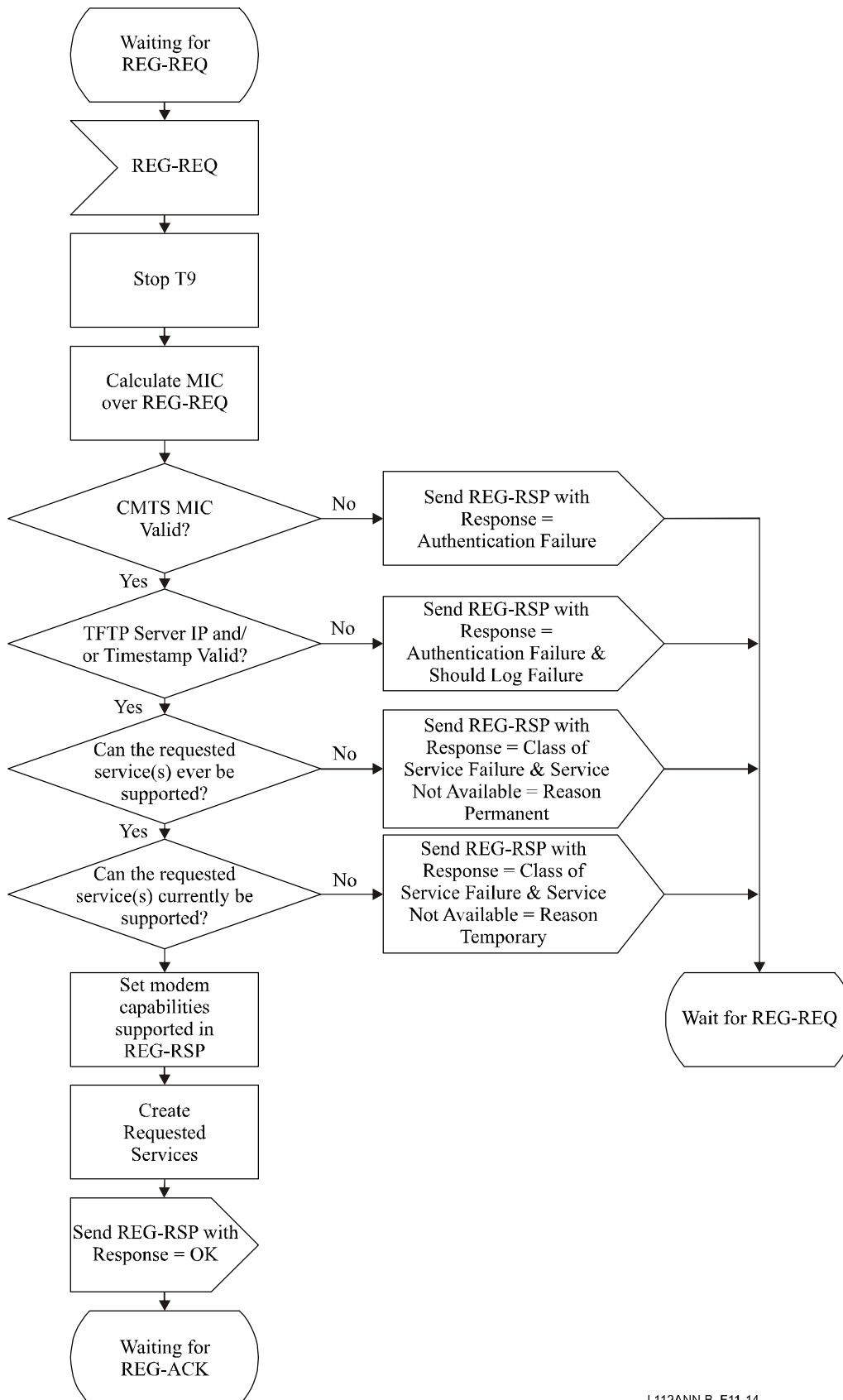
**Figure B.11-13/J.112 – Attente de réponse d'inscription du CM**

Le CMTS DOIT effectuer les opérations suivantes pour confirmer l'autorisation du CM (voir à la Figure B.11-14):

- calculer une vérification MIC selon le § B.D.3.1 et la comparer à la vérification MIC du CMTS, incluse dans la demande d'inscription. Si la vérification MIC est non valide, le CMTS DOIT répondre par un échec d'authentification;
- vérifier, s'il est présent, le champ de marqueur temporel du serveur TFTP. Si le CMTS détecte que la différence par rapport à l'heure locale est supérieure au temps de traitement de configuration du CM (voir l'Annexe B.B), le CMTS DOIT indiquer l'échec d'authentification dans le message REG-RSP. Le CMTS DEVRAIT également ajouter une entrée de journalisation indiquant l'adresse MAC de CM extraite du message;

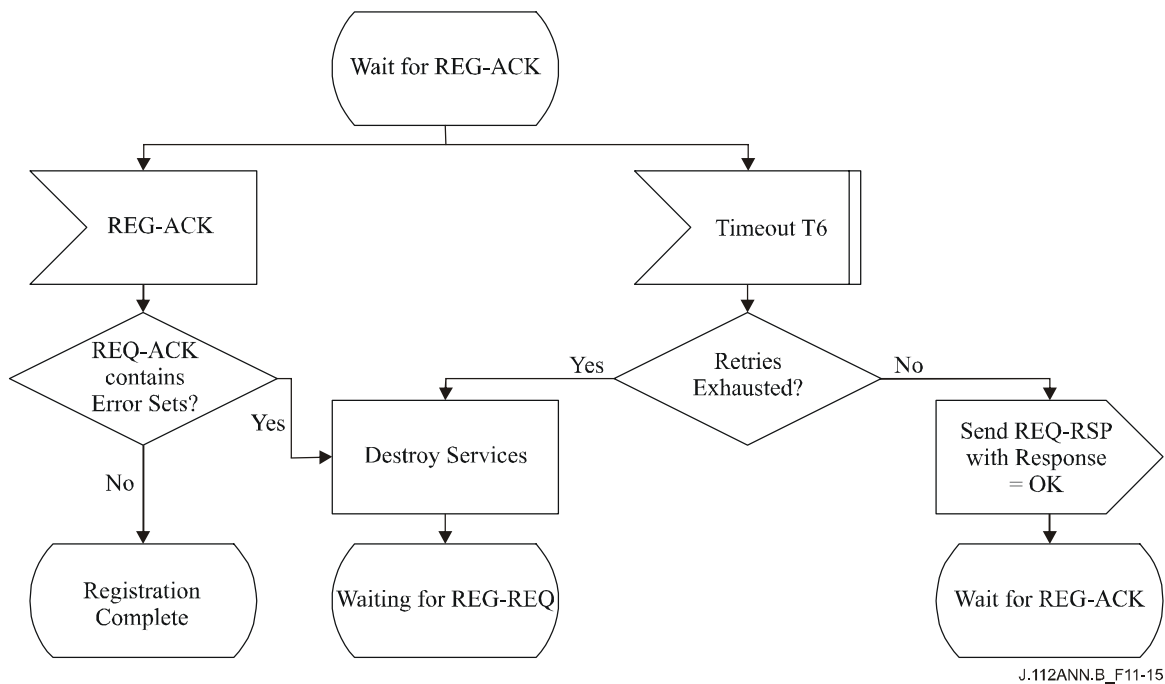


- vérifier, s'il est présent, le champ d'adresse de modem mise à disposition par le serveur TFTP. Si cette adresse ne correspond pas à l'adresse réelle du modem demandeur, le CMTS DOIT indiquer un échec d'authentification dans le message REG-RSP. Le CMTS DEVRAIT également ajouter une entrée de journalisation indiquant l'adresse MAC de CM extraite du message;
- si la demande d'inscription contient des codages de classe de service DOCSIS 1.0, vérifier la disponibilité de la ou des classes de service demandées. S'il n'est pas en mesure de fournir la ou les classes de service, le CMTS DOIT répondre par un échec de classe de service et par le ou les codes appropriés de réponse d'indisponibilité de service. (voir au § B.C.1.3.4);
- si la demande d'inscription contient des codages de flux de service, vérifier la disponibilité de la qualité de service demandée dans le ou les flux de service mis à disposition. S'il n'est pas en mesure de fournir le ou les flux de service, le CMTS DOIT répondre par un rejet temporaire ou permanent (voir au § B.C.4) avec la ou les réponses de flux de service appropriées;
- si la demande d'inscription contient des codages de classe de service et de flux de service DOCSIS 1.0, le CMTS DOIT répondre par un échec de classe de service et par le code de réponse d'indisponibilité de service mis à la valeur de "rejet permanent" pour toutes les classes et flux de service DOCSIS 1.0 demandés;
- vérifier la disponibilité d'éventuelles capacités de modem demandées. S'il n'est pas en mesure de, ou ne souhaite pas, fournir la capacité de modem demandée, le CMTS DOIT désactiver cette capacité de modem (voir au § B.8.3.8.1.1);
- attribuer un identifiant de flux de service à chaque classe de service prise en charge;
- répondre au modem par une réponse d'inscription;
- si la demande d'inscription contient des codages de flux de service, et si la REG-RSP a été envoyée avec un code de confirmation d'accord (0), le CMTS DOIT attendre un accusé de réception d'inscription comme indiqué sur la Figure B.11-14. Si la demande d'inscription contient des codages de classe de service DOCSIS 1.0, le CMTS NE DOIT PAS attendre d'accusé de réception d'inscription;
- si la temporisation T9 arrive à expiration, le CMTS DOIT à la fois désactiver l'identifiant SID temporaire issu de ce CM et prendre des mesures pour marquer ce SID comme périmé.



J.112ANN.B\_F11-14

**Figure B.11-14/J.112 – InSCRIPTION du CMTS**



J.112ANN.B\_F11-15

**Figure B.11-15/J.112 – Accusé de réception d'inscription – CMTS**

#### **B.11.2.10 Initialisation de la confidentialité de base**

Après l'inscription, si le CM est approvisionné de façon à assurer la confidentialité de base, le CM DOIT initialiser les opérations de confidentialité de base comme décrit dans [UIT-T J.125]. Un CM est approvisionné de façon à assurer la confidentialité de base si le TLV d'activation de la confidentialité (§ B.C.1.1.16) dans le fichier de configuration de style DOCSIS 1.1 est explicitement ou implicitement établi à activer, ou si le réglage de configuration de confidentialité de base (voir au § B.C.3.2) est contenu dans le fichier de configuration de style DOCSIS 1.1 comme spécifié aux § A.1.1 et C.2 de la spécification BPI+ [UIT-T J.125]. Noter que le téléchargement de logiciel sécurisé est exigé sans considération du fait que le modem câble soit approvisionné ou non pour fournir la confidentialité de base, comme spécifié à l'Annexe D de la spécification BPI+ [UIT-T J.125]. Si le CM a été approvisionné pour fournir la confidentialité de base, il NE DOIT PAS transmettre de trafic provenant d'un appareil quelconque rattaché au CPE vers le réseau HFC depuis le moment où s'achève l'inscription jusqu'après l'achèvement de l'initialisation des opérations de confidentialité de base pour son SID/SAID primaire. Le CMTS PEUT cesser de transmettre du trafic de données à un modem câble qui a été approvisionné de façon à fournir la confidentialité de base depuis le moment où s'achève l'inscription jusqu'après que le modem a terminé avec succès l'initialisation de la confidentialité de base.

#### **B.11.2.11 Identifiants de service pendant l'initialisation du CM**

A l'issue du processus d'inscription (voir au § B.11.2.9), des identifiants de service (SID) adaptés à la mise à disposition de la classe de service doivent avoir été attribués au CM. Celui-ci doit toutefois terminer au préalable un certain nombre de transactions de protocole (par exemple télémétrie, protocole DHCP, etc.) et nécessite un identifiant de service temporaire afin de terminer ces étapes.

Dès réception d'une demande de télémétrie initiale, le CMTS DOIT attribuer un identifiant SID temporaire au CM pour les besoins de l'initialisation. Le CMTS PEUT surveiller l'utilisation de cet identifiant SID et limiter le trafic à ce qui est nécessaire pour l'initialisation. Il DOIT informer le CM de cette attribution dans la réponse de télémétrie.

Dès réception d'une réponse de télémétrie qui lui est adressée, le CM DOIT utiliser l'identifiant temporaire SID qui lui est attribué pour les demandes ultérieures de transmission d'initialisation jusqu'à la réception de la réponse d'inscription.

Dès réception d'une instruction contenue dans une réponse de télémétrie, visant à passer sur une nouvelle fréquence de canal aval ou sur un identifiant de canal amont, le CM DOIT considérer tout identifiant SID, déjà attribué à titre temporaire, comme n'étant plus attribué et doit obtenir un nouvel identifiant 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 reformulation de sa demande de télémétrie initiale. Etant donné que le CM est identifié de manière univoque par l'adresse MAC de source dans la demande de télémétrie, le CMTS PEUT immédiatement réutiliser l'identifiant SID temporaire qu'il avait attribué précédemment. Si le CMTS attribue un nouvel identifiant SID temporaire, il DOIT prendre certaines dispositions pour marquer l'ancien identifiant SID qui n'est plus utilisé comme étant périmé (voir au § B.8.3.8).

Lors de l'attribution d'identifiants SID de classe de service à la suite de la réception d'une demande d'inscription, le CMTS peut réutiliser un identifiant 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 identifiant SID étant donné la possibilité de perdre la réponse d'inscription pendant la transmission. Si le CMTS n'attribue que de nouveaux identifiants SID pour la mise à disposition de classes de service, il DOIT assurer la péremption de l'identifiant SID temporaire. Lorsque la réponse d'inscription est perdue pendant la transmission, la péremption DOIT laisser un temps suffisant pour terminer le processus d'inscription.

#### **B.11.2.12 Prise en charge des canaux multiples**

Lorsque plusieurs signaux dans le sens aval sont présents dans le système, le CM DOIT utiliser le premier signal valide qu'il trouve dans le sens aval lors du balayage d'exploration. S'il est nécessaire de basculer vers une autre fréquence dans le sens amont et/ou aval, les instructions sont fournies au CM par le biais des paramètres contenus dans le fichier de configuration (voir l'Annexe B.C).

Les canaux amont et aval DOIVENT être identifiés lorsque cela est prescrit dans les messages de gestion de couche MAC qui utilisent des identifiants de canal.

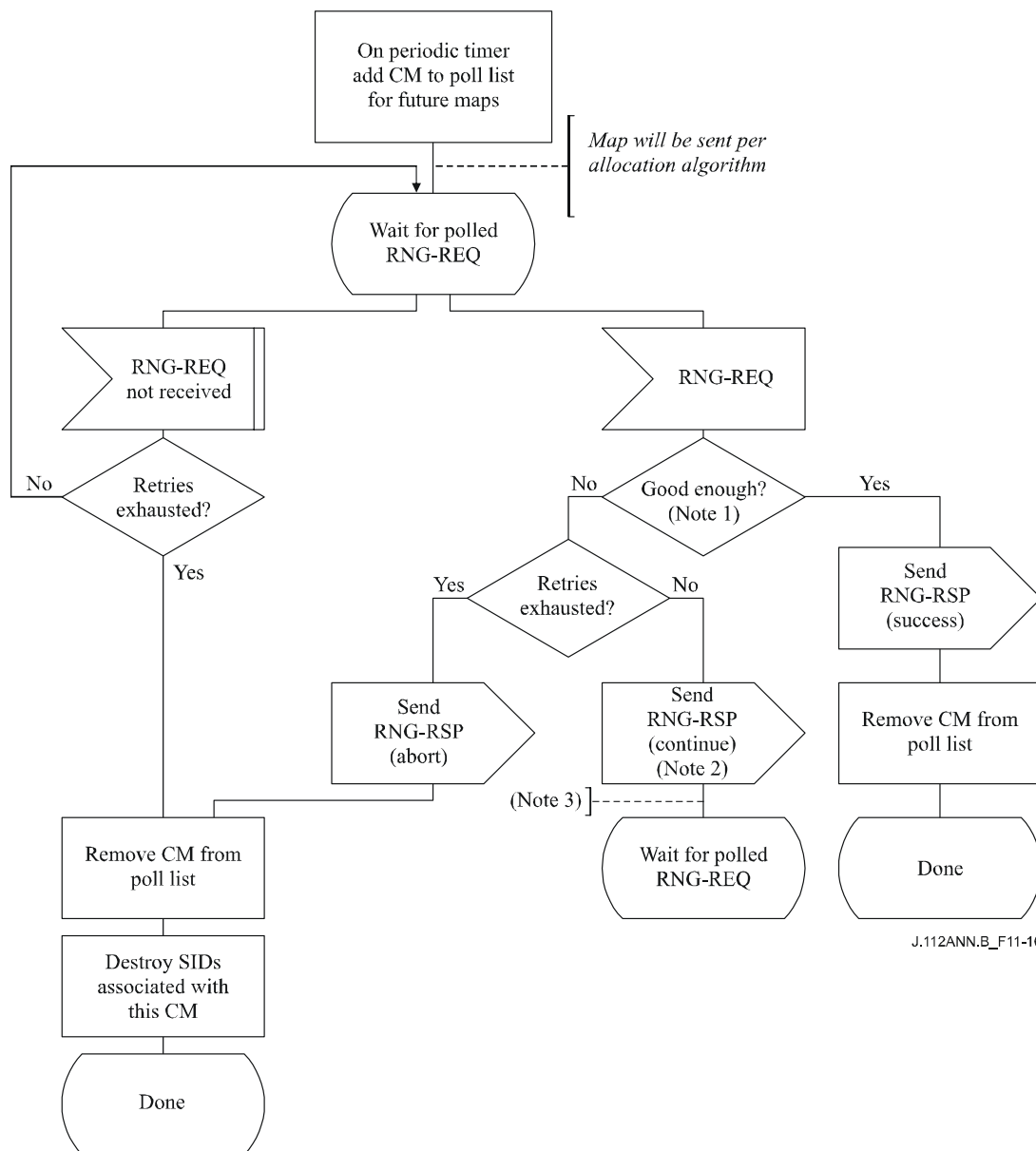
#### **B.11.3 Fonctionnement normal**

##### **B.11.3.1 Réglage périodique du niveau de signal**

Le CMTS DOIT fournir à chaque CM, au moins toutes les T4 secondes, une opportunité de télémétrie périodique. Le CMTS DOIT envoyer des opportunités de télémétrie périodique à intervalles suffisamment plus courts que T4 pour qu'un tableau MAP puisse être manqué sans que la temporisation du CM arrive à expiration. La longueur de ce "sous-intervalle" dépend du système CMTS.

Le CM DOIT réinitialiser sa commande MAC dès que T4 secondes se sont écoulées sans réception d'une opportunité de télémétrie périodique.

Le téléajustement du niveau du signal RF dans le CM est effectué au moyen d'une fonction de maintenance périodique utilisant les messages RNG-REQ et RNG-RSP. Ce processus est analogue à la télémétrie initiale et est représenté dans les Figures B.11-16 et B.11-17. Dès réception d'un message RNG-RSP, le CM NE DOIT PAS émettre tant que le signal RF n'a pas été réglé conformément au message RNG-RSP et ne s'est pas stabilisé (voir le § B.6).



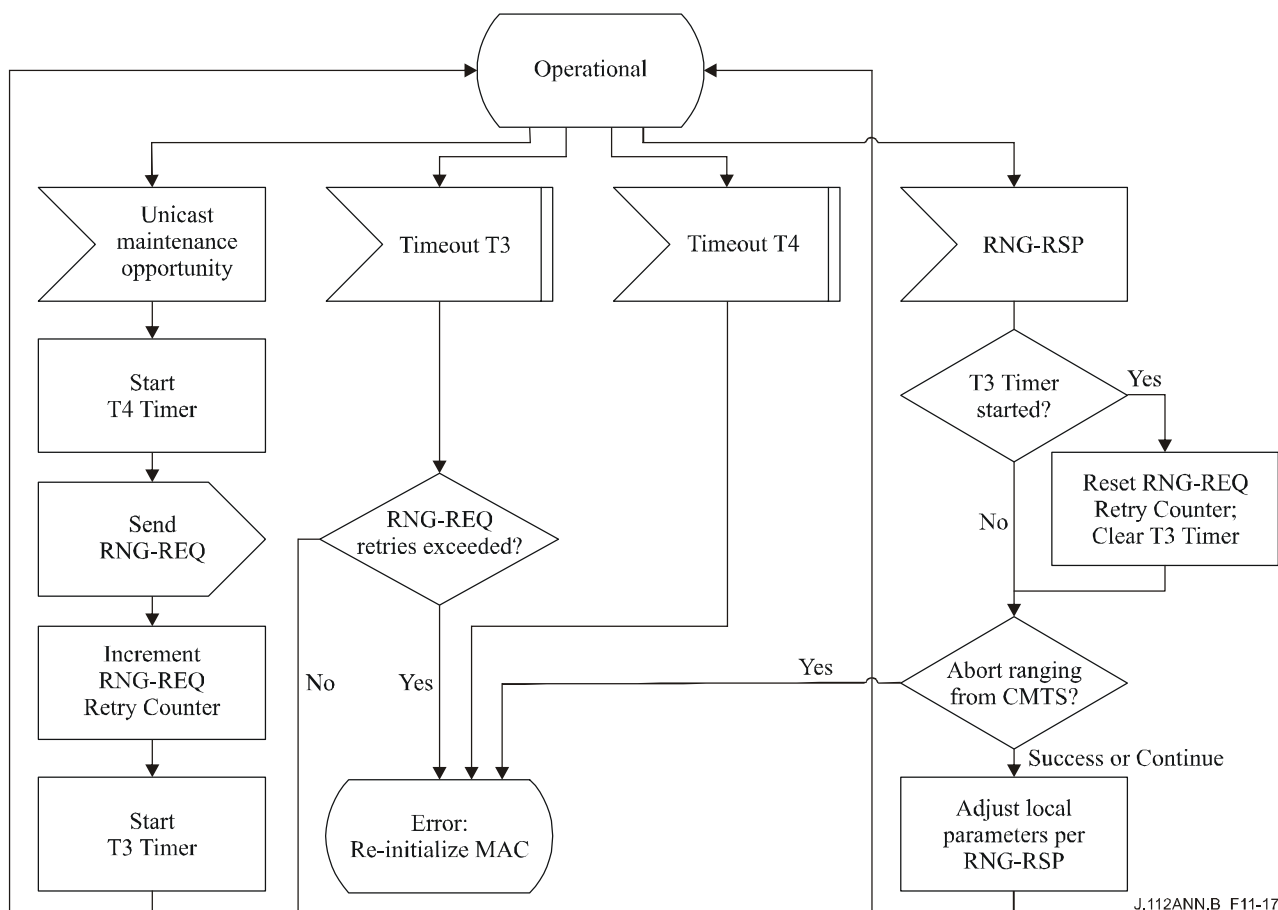
J.112ANN.B\_F11-16

NOTE 1 – Signifie que attente-d'achèvement était à zéro et que la télémétrie est dans les limites tolérables pour le CMTS.

NOTE 2 – Si attente-d'achèvement est différent de zéro, le CMTS NE DOIT PAS envoyer de nouveaux coefficients de préégalisation dans la réponse RNG correspondante. Cependant, le CMTS PEUT régler les autres paramètres de télémétrie dans le message RNG-RSP.

NOTE 3 – Si la demande CMTS attente-d'achèvement était différent de zéro, le CMTS PEUT programmer des opportunités de maintenance de station supplémentaires durant la période d'attente-d'achèvement afin de régler des paramètres de télémétrie autres que l'égaliseur.

**Figure B.11-16/J.112 – Télémétrie périodique – CMTS**



J.112ANN.B\_F11-17

Figure B.11-17/J.112 – Télémétrie périodique: vue du CM

### B.11.3.2 Modification des paramètres de rafale amont

Chaque fois que le CMTS doit modifier l'une quelconque des caractéristiques de rafale amont, il doit s'assurer que tous les CM réalisent une transition correcte des anciennes aux nouvelles valeurs. Chaque fois que le CMTS doit changer une quelconque valeur de rafale amont, il DOIT annoncer les nouvelles valeurs dans un message de descripteur de canal amont et le champ de compteur de modifications de configuration DOIT être incrémenté afin d'indiquer qu'une valeur a été modifiée.

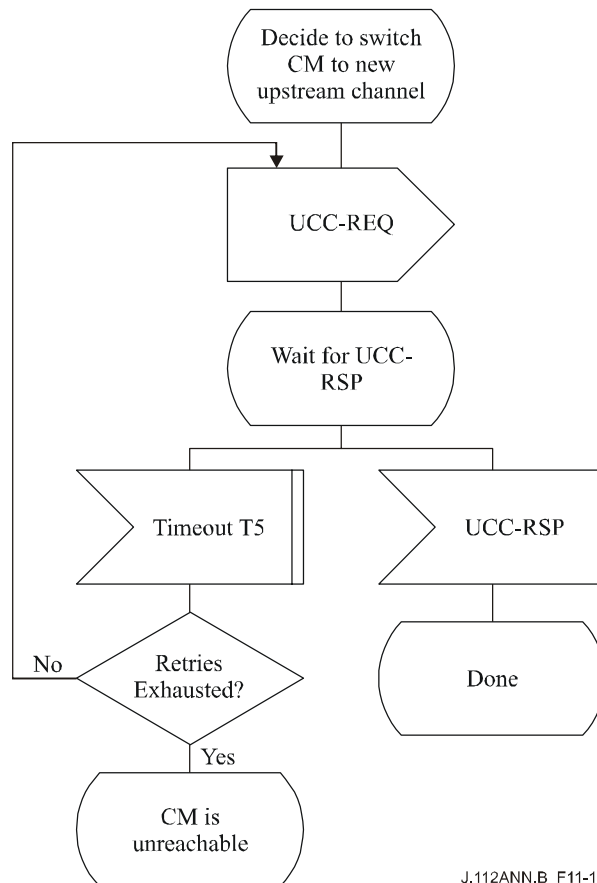
Après avoir transmis un ou plusieurs messages UCD avec la nouvelle valeur, le CMTS transmet un message MAP avec un compteur UCD correspondant au nouveau compteur de modifications de configuration. Le premier intervalle dans le message MAP DOIT être une attribution de données de 1 ms au moins à l'identifiant de service nul (zéro). C'est-à-dire que le CMTS DOIT fournir une milliseconde aux modems câble afin de leur permettre de modifier leurs paramètres de sous-couche PMD et de les accorder au nouvel ensemble. Cette milliseconde vient s'ajouter aux autres contraintes de synchronisation MAP (voir au § B.9.1.5).

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 correspondent au compte d'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.11.3.3 Modification des canaux amont

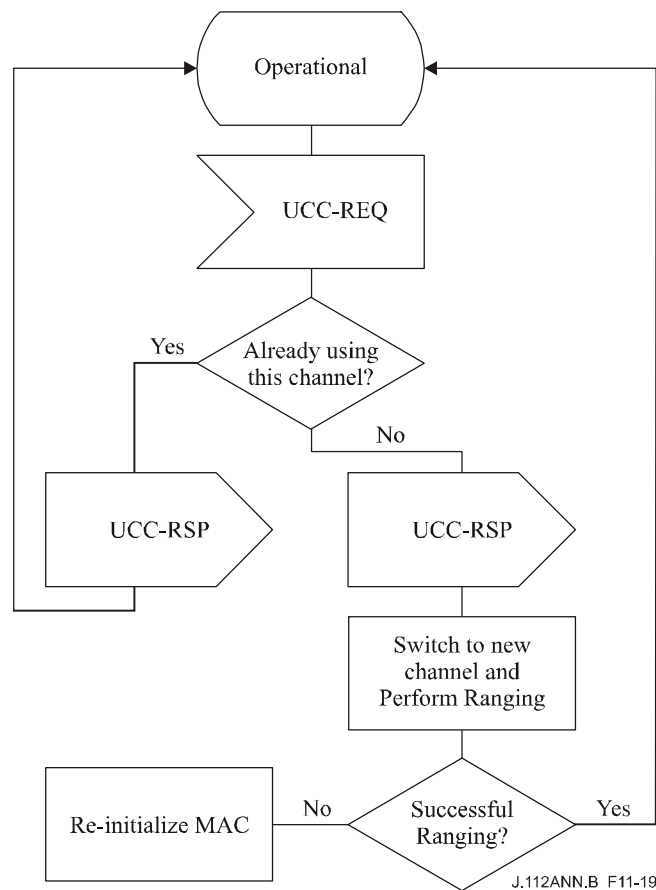
A tout moment après l'inscription, le CMTS peut donner l'ordre au CM de changer son canal amont, afin par exemple d'équilibrer le trafic, d'éviter le bruit ou pour une parmi un certain nombre de raisons qui sont hors du domaine d'application de l'Annexe B. La Figure B.11-18 représente la procédure qui DOIT être suivie par le CMTS. La Figure B.11-19 présente la procédure correspondante pour le CM.



J.112ANN.B\_F11-18

**Figure B.11-18/J.112 – Modification des canaux amont: vue du CMTS**

Noter que si le CMTS effectue un nouvel essai de demande UCC-REQ, il est possible que le CM ait déjà changé de canaux (si la réponse UCC a été perdue pendant la transmission). Par conséquent, le CMTS DOIT chercher la réponse UCC autant dans les anciens que dans les nouveaux canaux.



**Figure B.11-19/J.112 – Modification des canaux amont: vue du CM**

Lors de sa synchronisation avec le nouveau canal amont, le CM DOIT effectuer une maintenance initiale sur le nouveau canal amont.

Si le CM a déjà effectué une télémétrie dans le nouveau canal et si la télémétrie dans ce canal est encore active (la temporisation T4 n'a pas expiré depuis la dernière télémétrie correcte), le CM PEUT utiliser les informations de télémétrie se trouvant en mémoire cache et omettre la télémétrie.

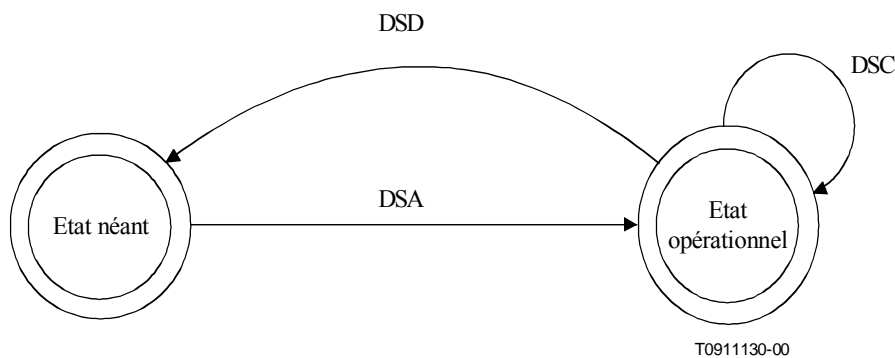
LE CM DEVRAIT mettre en mémoire cache les informations de descripteur UCD issues de plusieurs canaux amont afin d'éliminer l'attente d'un descripteur UCD correspondant au nouveau canal amont.

Le CM NE DOIT PAS effectuer de réinscription puisque sa préconfiguration et son domaine de commande MAC restent valides dans le nouveau canal.

#### **B.11.4 Service dynamique**

Les flux de service peuvent être créés, modifiés ou supprimés, au moyen d'une série de messages de gestion MAC dénommés ajout de service dynamique (DSA, *dynamic service addition*), modification de service dynamique (DSC, *dynamic service change*) et suppression de service dynamique (DSD, *dynamic service deletion*). Les messages DSA créent un nouveau flux de service. Les messages DSC modifient un flux de service existant. Les messages DSD suppriment un seul flux de service amont existant et/ou un seul flux de service aval existant. C'est ce qui est décrit dans la Figure B.11-20.





**Figure B.11-20/J.112 – Aperçu général des flux de service dynamique**

L'état néant implique qu'il n'existe aucun flux de service correspondant à l'identifiant SFID et/ou à l'identifiant de transaction dans un message. Une fois qu'un flux de service a été créé, il est opérationnel et possède un identifiant SFID attribué. En régime d'exploitation établi, un flux de service se trouve dans un état nominal. Lorsqu'un message de service dynamique se produit, le flux de service peut passer à d'autres états tout en restant opérationnel. Comme plusieurs flux de service peuvent exister, plusieurs automates à états finis peuvent être actifs, à raison d'un automate par flux. Les messages de service dynamique n'affectent que les automates à états qui correspondent aux identifiants SFID et/ou de transaction. Si la confidentialité est activée, le CM et le CMTS DOIVENT tous les deux vérifier le précis de commande HMAC dans tous les messages de service dynamique avant de les traiter puis écarter tous les messages défaillants.

Les flux de service créés au moment de l'inscription passent effectivement dans l'état de flux de service opérationnel sans transaction d'ajout DSA.

Les identifiants de transaction sont uniques par transaction et sont choisis par l'appareil initiateur (CM ou CMTS). Afin de faciliter la prévention des ambiguïtés et l'exécution d'une simple vérification, l'espace numérique des identifiants de transaction se subdivise entre CM et CMTS. Le CM DOIT choisir ses identifiants de transaction dans la première moitié de cet espace numérique (de 0x0000 à 0x7FFF). Le CMTS doit choisir ses identifiants de transaction dans la deuxième moitié de l'espace numérique (de 0x8000 à 0xFFFF).

Chaque séquence de messages de service dynamique est une transaction unique à laquelle est associé un identifiant de transaction unique. Les transactions DSA/DSC se composent de la séquence demande-réponse-accusé de réception. Les transactions DSD se composent de la séquence demande-réponse. Les messages de réponse DOIVENT contenir un code de confirmation de type "OK" sauf détection d'un état d'exception particulier. Les messages d'accusé de réception DOIVENT contenir le code de confirmation qui se trouvait dans la réponse, sauf détection d'un état d'exception particulier. Un diagramme d'état plus détaillé, comportant les états de transition, est donné ci-dessous. Les actions détaillées pour chaque transaction seront données dans les paragraphes suivants.

#### **B.11.4.1 Transitions d'état dans un flux de service dynamique**

Le diagramme des transitions d'état dans un flux de service dynamique est le diagramme d'états du niveau le plus élevé et commande l'état général des flux de service. Selon les besoins, il crée des transactions dont chacune est représentée par un diagramme de transitions d'état de transaction afin de créer la signalisation DSA, DSC et DSD. Chaque diagramme de transitions d'état de transaction ne communique qu'avec le diagramme de transitions d'état de flux de service dynamique. Le diagramme de transitions d'état de niveau supérieur filtre les messages de service dynamique et les communique à la transaction appropriée sur la base de l'identifiant de flux de service (SFID), du numéro de référence de flux de service et de l'identifiant de transaction.

Si un seul message de service dynamique affecte une paire de flux de service, une seule transaction est initialisée qui communique avec les deux diagrammes de transition d'état de service dynamique parents. Dans ce cas, les deux flux de service DOIVENT rester verrouillés dans le même état jusqu'à ce qu'ils reçoivent l'entrée DSx réussi ou échec de DSx du diagramme de transition d'état de transaction DSx. Durant cet "intervalle de verrouillage", si un message qui se réfère à un seul des deux flux de service est reçu, il DOIT être traité comme s'il se référait aux deux flux de service, de sorte que les deux flux de service restent dans le même état. Si un message DSD-REQ est reçu durant l'intervalle de verrouillage qui se réfère à un seul des deux flux de service, l'appareil DOIT traiter l'événement normalement, en envoyant le "Suppression de flux de service distant" à la transaction DSx en cours et en initialisant une transaction DSD distante et, de plus, il DOIT initialiser une transaction DSD locale pour supprimer le second flux de service de la paire verrouillée.

Si une demande DSC est reçue, qui se réfère aux deux flux de service verrouillés dans différentes transactions, et qu'ils sont dans des états différents, l'appareil DOIT rejeter la demande sans affecter les transactions en cours.

Les transactions sont de six types différents selon qu'elles sont lancées localement ou à distance par chacun des messages DSA, DSC et DSD. La plupart d'entre elles possèdent trois états fondamentaux: en instance, en attente et en cours de suppression. L'état d'instance suit normalement la création d'une transaction et est celui dans lequel se trouve une transaction en attente de réponse. L'état d'attente suit normalement la réception d'une réponse. Son objet est de permettre des retransmissions en cas de perte de message, même si l'entité locale a détecté que la transaction a été effectuée. L'état de suppression n'existe que si le flux de service est supprimé pendant qu'une transaction est en cours de traitement.

Les diagrammes de flux ci-après donnent une représentation détaillée de chacun des états décrits par les diagrammes de transitions d'état de transaction. Ils indiquent toutes les transactions valides. Les éventuelles entrées non représentées devront être considérées comme des conditions d'erreur grave.

A une exception près, ces diagrammes de transitions d'état s'appliquent autant aux CMTS qu'aux CM. Dans l'état de modification locale de flux de service, il y a une légère différence entre les comportements du CM et du CMTS, qui est indiquée dans les diagrammes de transitions d'état et de flux détaillés.

NOTE – La variable "Num Xacts" du diagramme de transitions d'état de flux de service dynamique est incrémentée chaque fois que le diagramme d'état de niveau supérieur crée une transaction. Elle est décréémentée chaque fois qu'une transaction se termine. Un flux de service dynamique NE DOIT PAS revenir à l'état néant, sauf s'il est supprimé et que toutes les transactions sont achevées.

Les entrées dans les diagrammes d'état sont énumérées ci-dessous.

Entrées de diagramme de transitions d'état de flux de service dynamique à partir d'entités locales non spécifiées de niveau supérieur:

- ajout;
- modification;
- suppression.

Entrées de diagramme de transitions d'état de flux de service dynamique à partir de diagrammes de transitions d'état de transaction DSx:

- DSA réussie;
- DSA échouée;
- DSA à accusé de réception perdu;
- DSA erronée;
- DSA terminée;

- DSC réussie;
- DSC échouée;
- DSC à accusé de réception perdu;
- DSC erronée;
- DSC terminée;
- DSD réussie;
- DSD erronée;
- DSD terminée.

Entrées de diagramme de transitions d'état de transaction DSx à partir du diagramme de transitions d'état de flux de service (SF) dynamique:

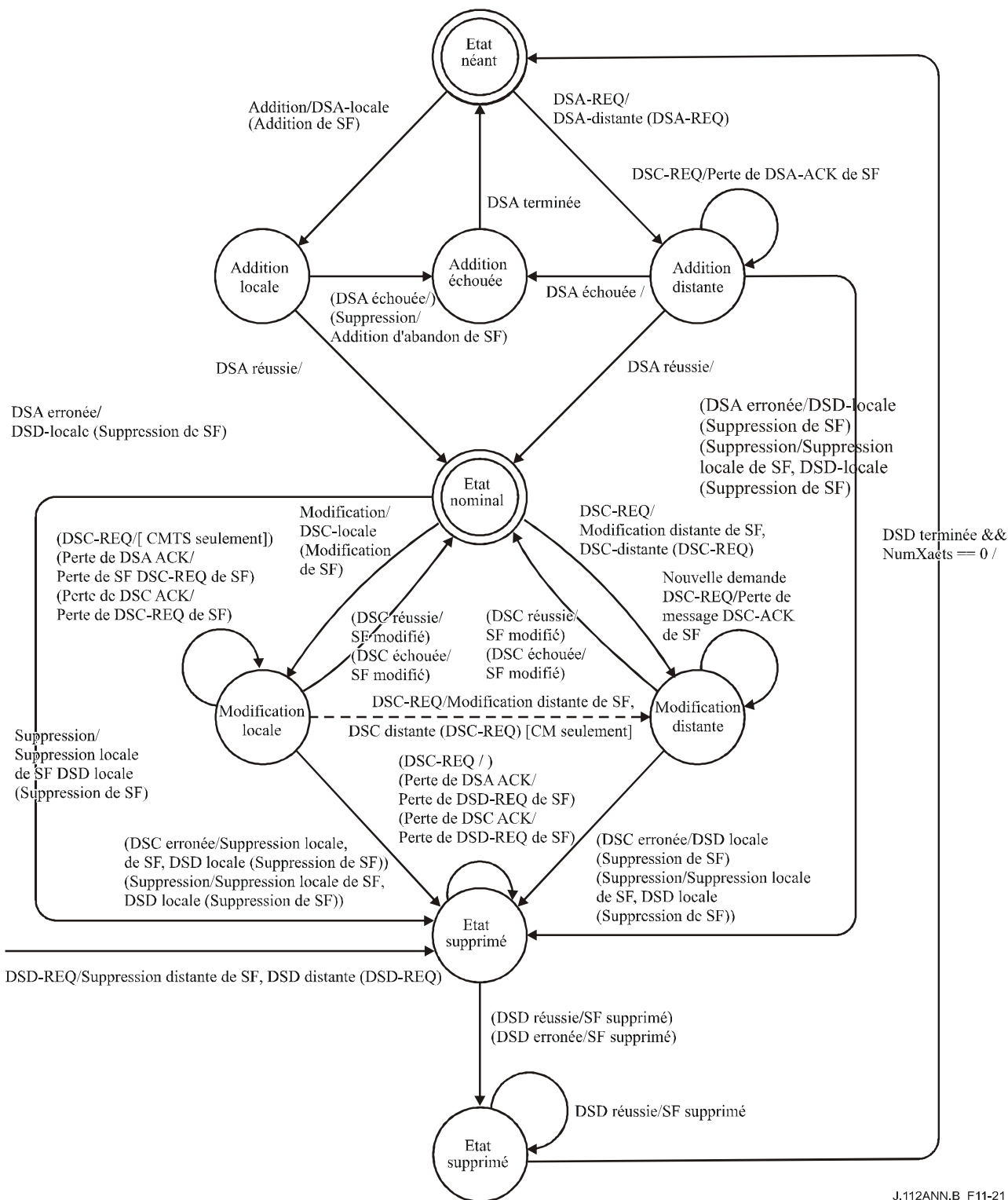
- ajout de SF;
- modification de SF;
- suppression de SF;
- abandon d'ajout de SF;
- modification distante de SF;
- suppression locale de SF;
- suppression distante de SF;
- perte de message DSA-ACK de SF;
- perte de message DSC-REQ de SF;
- perte de message DSC-ACK de SF;
- perte de message DSD-REQ de SF;
- SF modifié;
- SF supprimé.

La création de transactions DSx par le diagramme de transitions d'état de flux de service dynamique est indiquée par la notation:

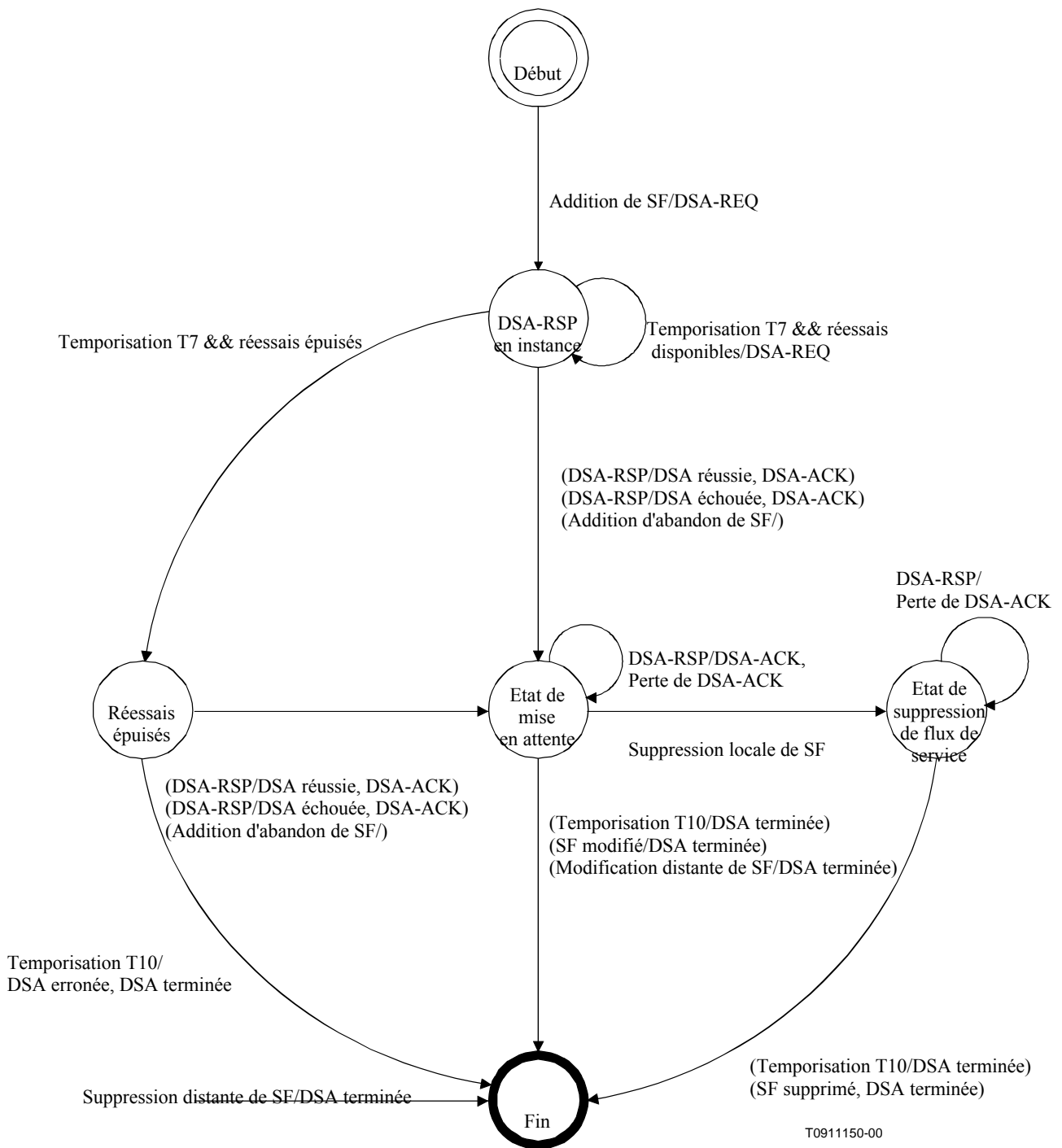
DSx-[ locale | distante ] ( entrée\_initiale )

où l'entrée\_initiale peut être un ajout de SF, un message DSA-REQ, une modification de SF, un message DSC-REQ, une suppression de SF ou un message DSD-REQ selon le type et l'initiateur de la transaction.

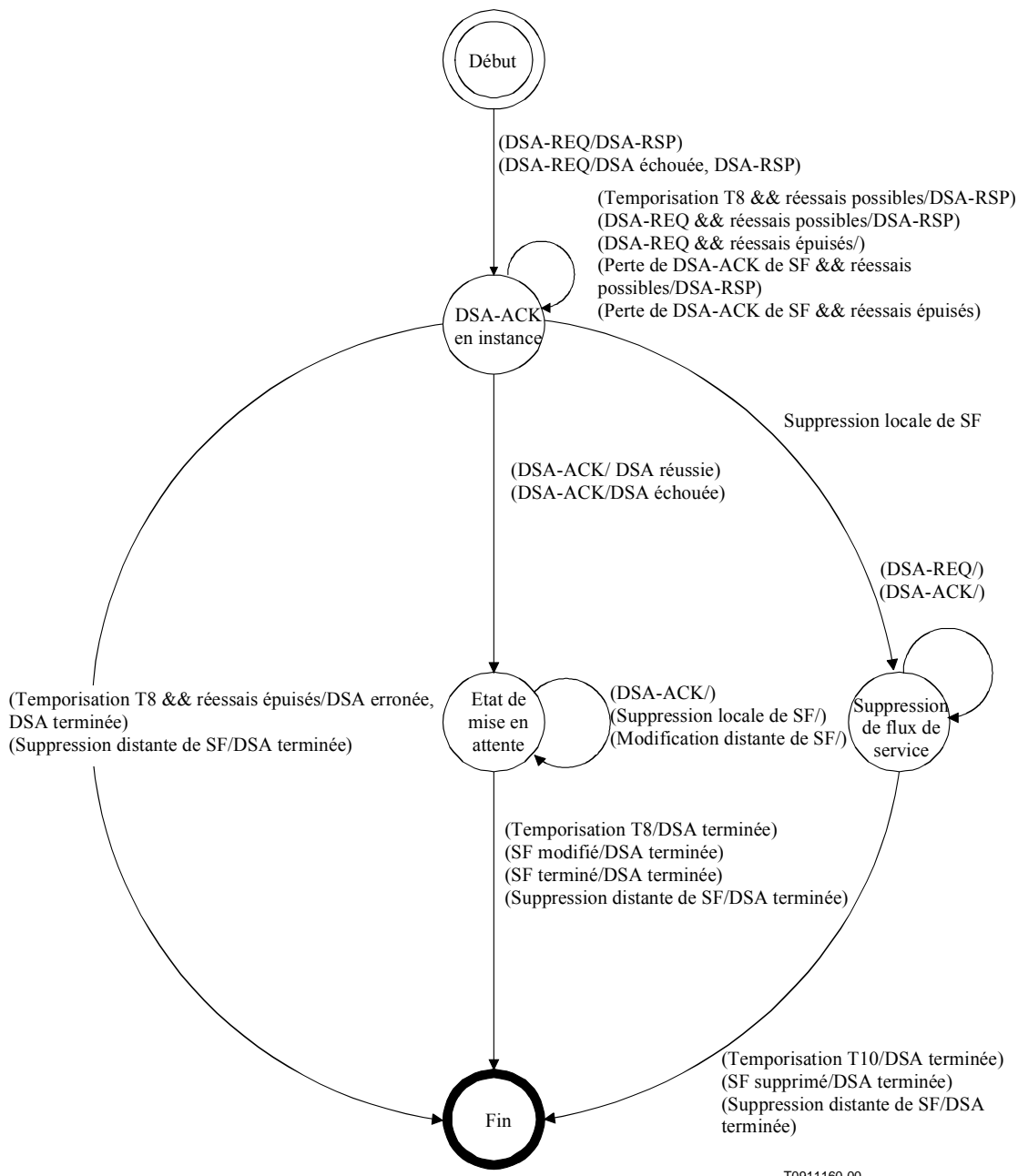
Voir les Figures B.11-21 à B.11-27.



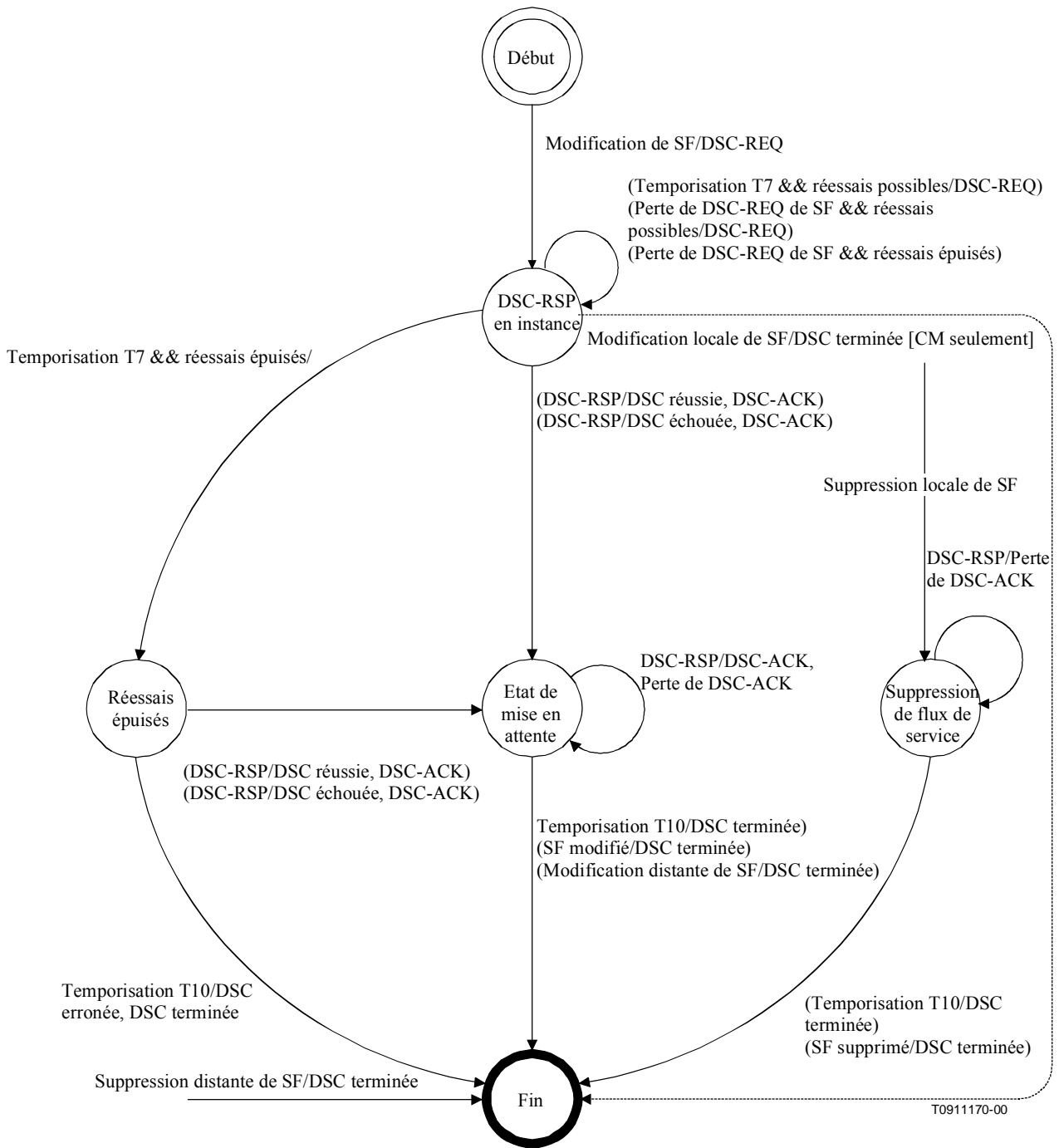
**Figure B.11-21/J.112 – Diagramme de transitions de flux de service dynamique**



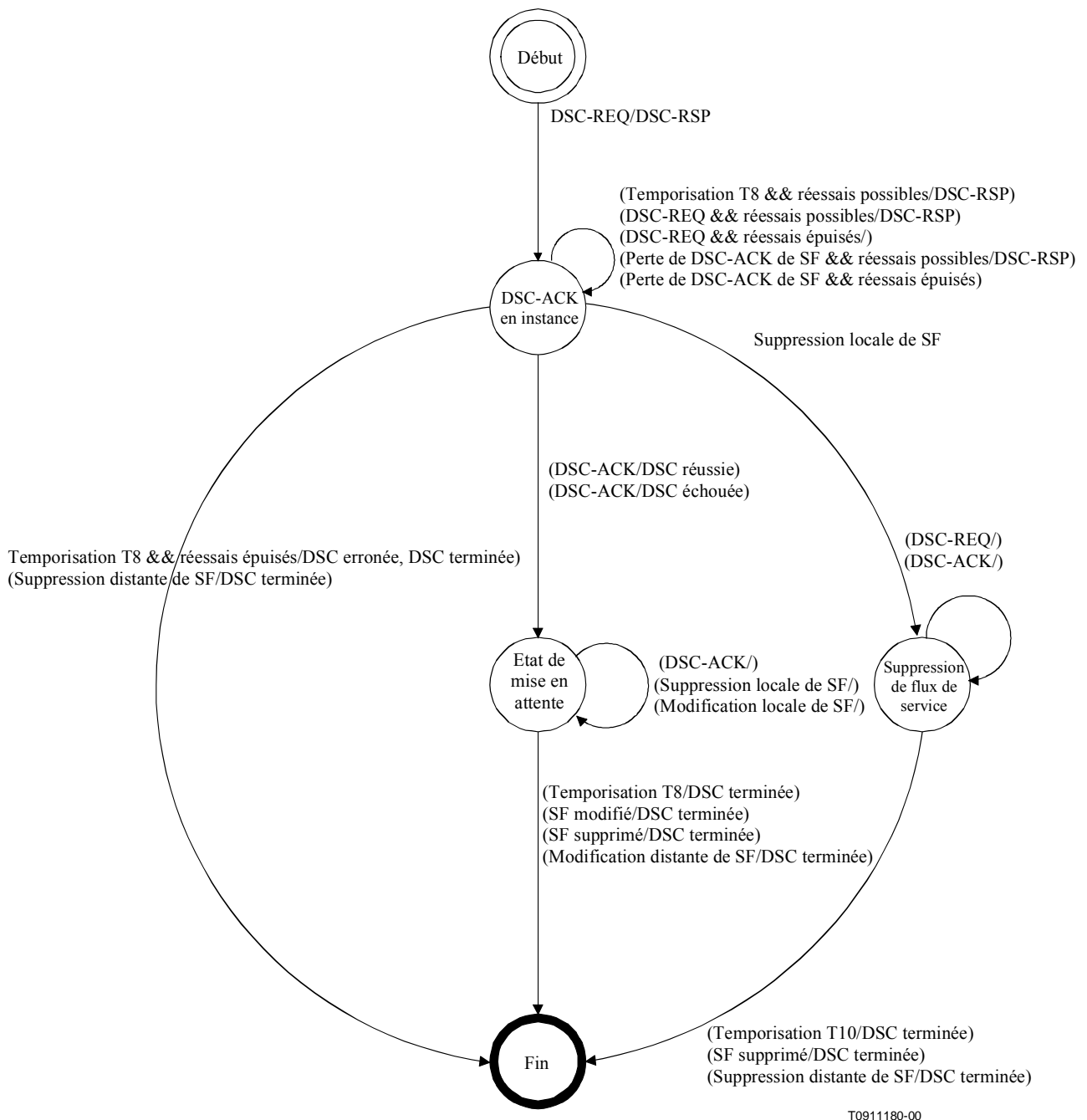
**Figure B.11-22/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSA lancées localement**



**Figure B.11-23/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSA lancées à distance**

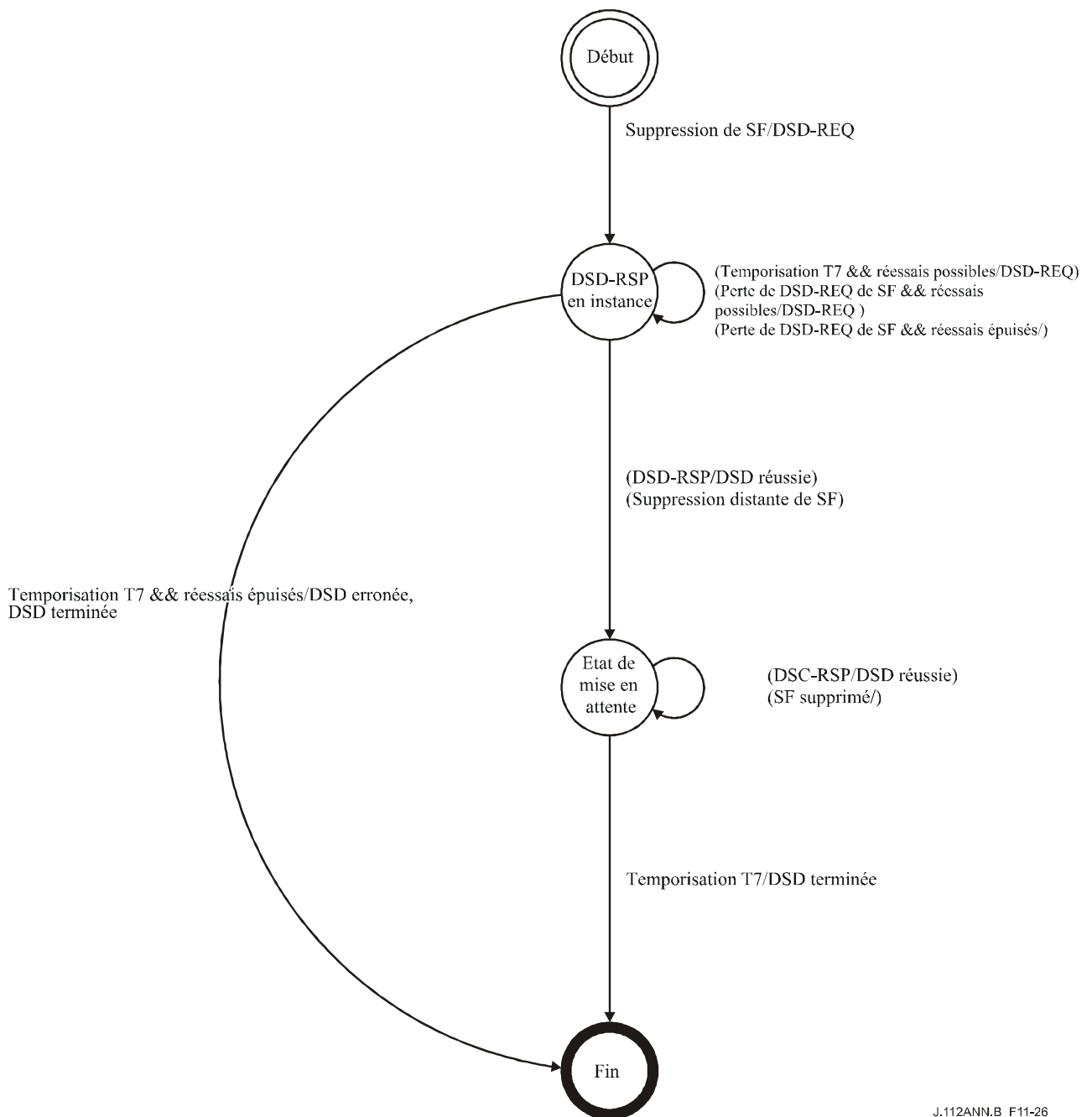


**Figure B.11-24/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSC lancées localement**



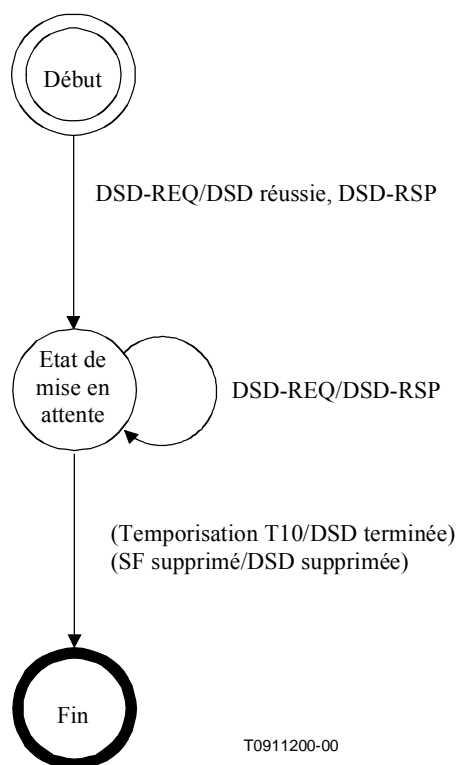
**Figure B.11-25/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSC lancées à distance**





J.112ANN.B\_F11-26

**Figure B.11-26/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSD lancées localement**



**Figure B.11-27/J.112 – Diagramme de transitions d'état de transactions DSD (suppression dynamique) lancées à distance**

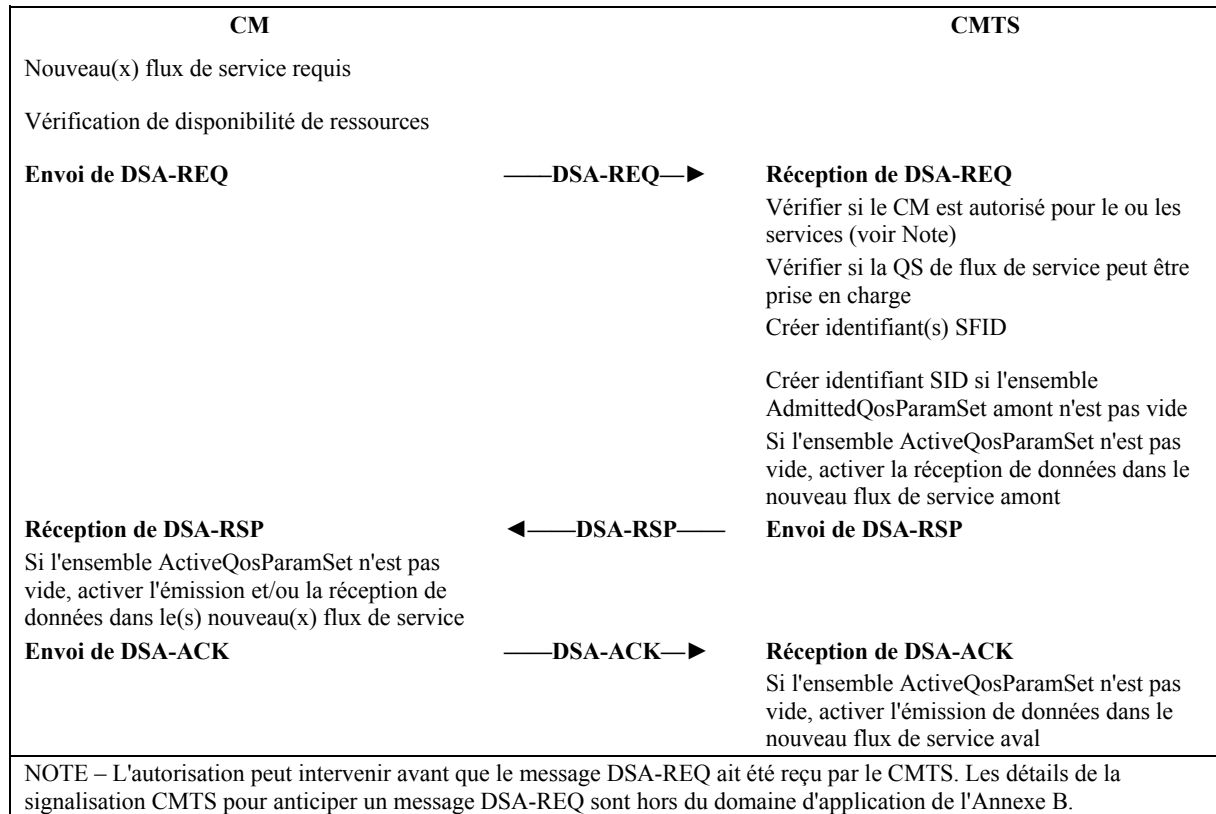
#### **B.11.4.2 Ajout de service dynamique**

##### **B.11.4.2.1 Ajout de service dynamique lancé par CM**

Un CM souhaitant créer un flux de service amont et/ou aval envoie une demande au CMTS par un message de demande d'ajout de service dynamique (DSA-REQ, *dynamic service addition-request*). Le système CMTS vérifie si le CM possède une autorisation pour le ou les services demandés et si les exigences de QS peuvent être prises en charge. Il produit ensuite une réponse appropriée au moyen d'un message de réponse d'ajout de service dynamique (DSA-RSP, *dynamic service addition-response*). Le CM conclut la transaction par un message d'accusé de réception (DSA-ACK, *acknowledgment*).

Afin de faciliter une réponse d'admission commune, un flux de service amont et un flux de service aval peuvent être inclus dans une même demande DSA. Les deux flux de service sont soit acceptés ensemble soit rejetés ensemble.

Voir à la Figure B.11-28.

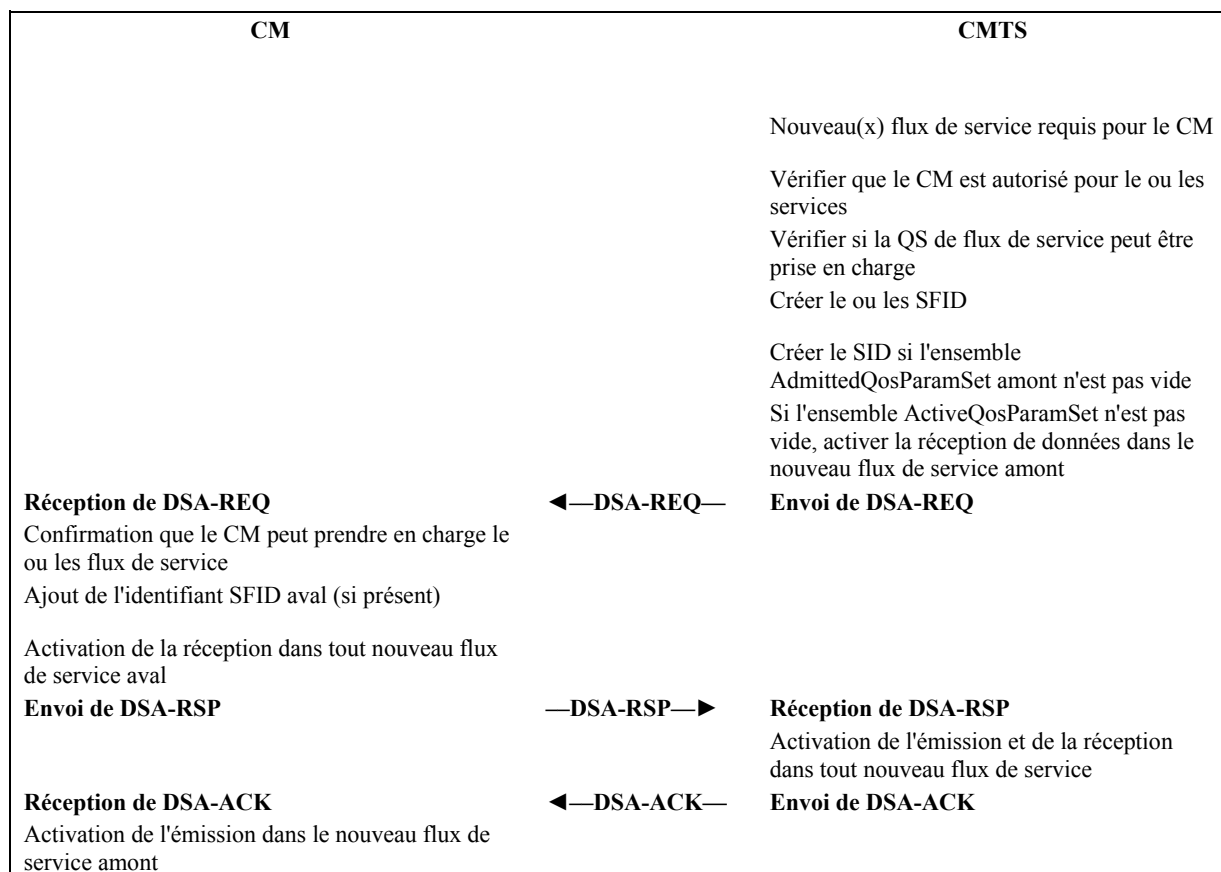


**Figure B.11-28/J.112 – Ajout de service dynamique lancé par CM**

#### **B.11.4.2.2 Ajout de service dynamique lancé par CMTS**

Un CMTS souhaitant établir un (ou plusieurs) flux de service dynamique amont et/ou aval avec un CM effectue les opérations suivantes. Le CMTS vérifie l'autorisation du CM de destination pour la classe de service demandée et si les exigences de QS peuvent être prises en charge. Si le service peut être pris en charge, le CMTS génère un ou des nouveaux SFID avec la classe de service requise et informe le CM au moyen d'un message de demande d'ajout de service dynamique (DSA-REQ). Si le CM vérifie qu'il peut prendre en charge le service, il répond par un message de réponse d'ajout de service dynamique (DSA-RSP), la transaction s'achève par l'envoi du message d'accusé de réception (DSA-ACK) par le CMTS.

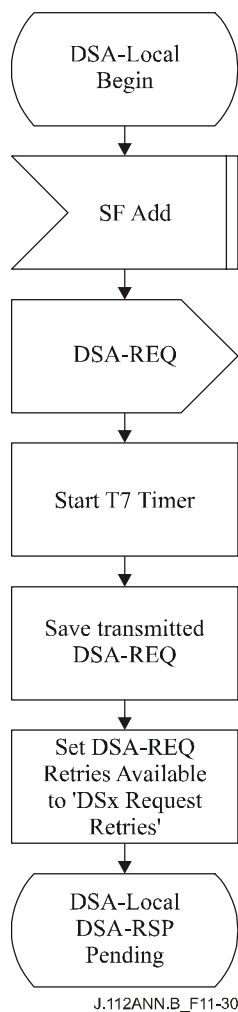
Voir à la Figure B.11-29.



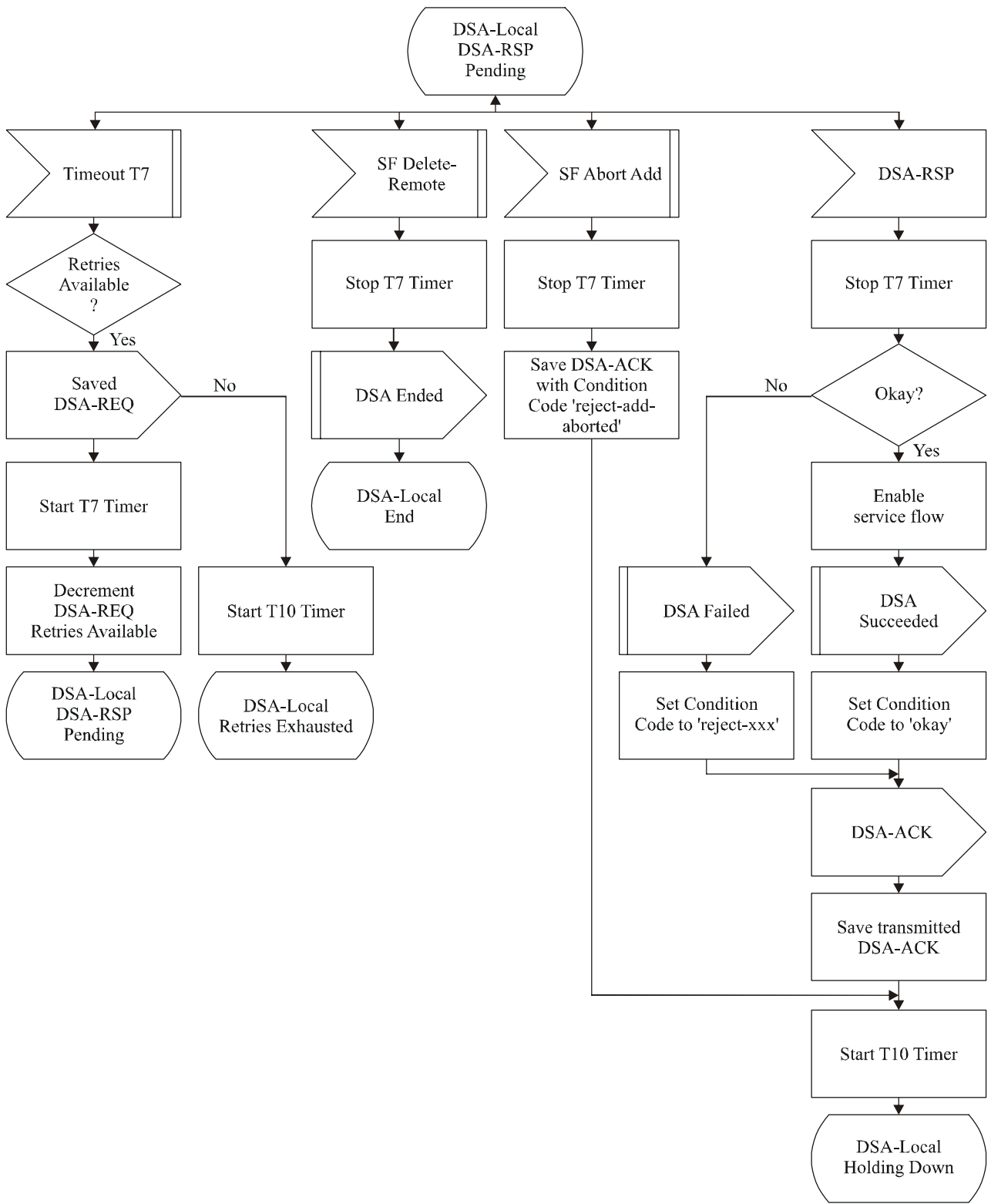
**Figure B.11-29/J.112 – Ajout de service dynamique lancé par CMTS**

### B.11.4.2.3 Diagrammes de transition d'état lors d'un ajout de service dynamique

Voir les Figures B.11-30 à B.11-38.

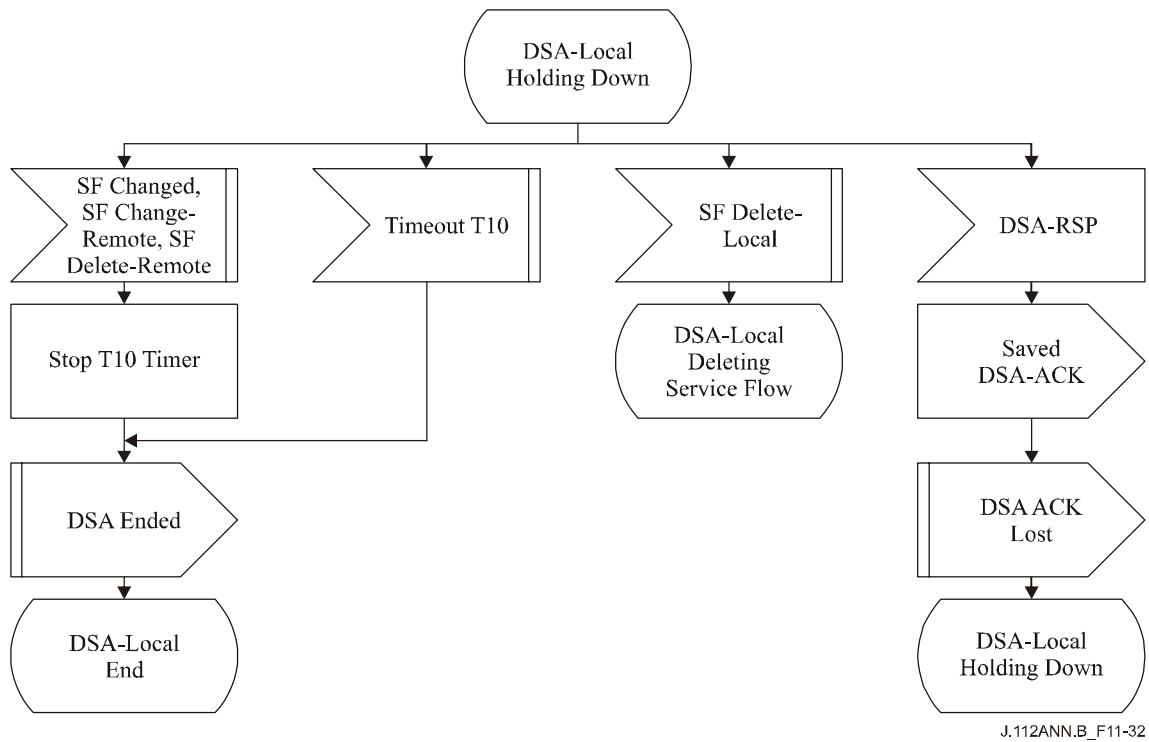


**Figure B.11-30/J.112 – Diagramme de flux d'état de début de transaction DSA lancée localement**

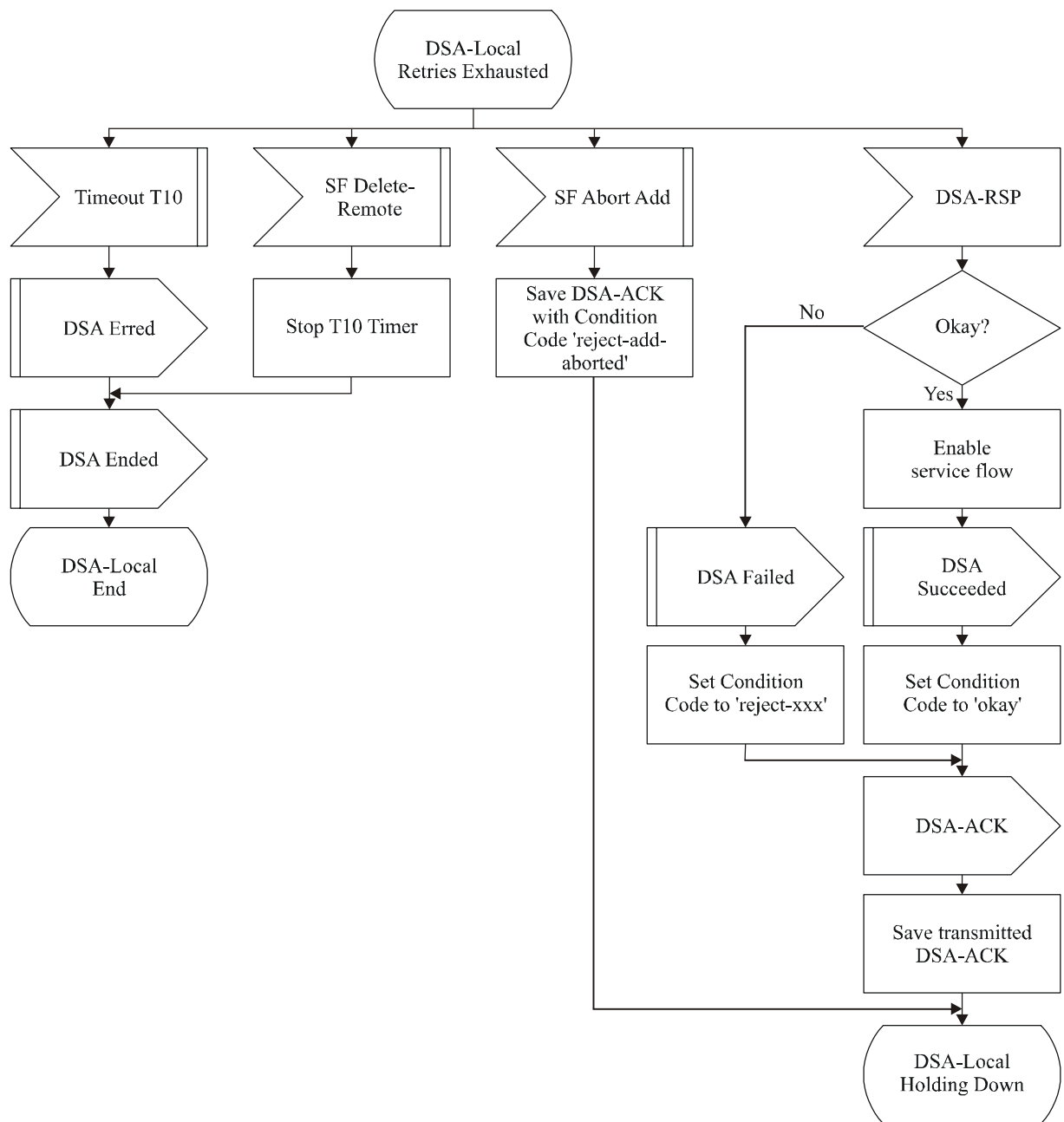


J.112ANN.B\_F11-31

**Figure B.11-31/J.112 – Diagramme de flux d'état en instance de réponse DSA-RSP de transaction DSA lancée localement**



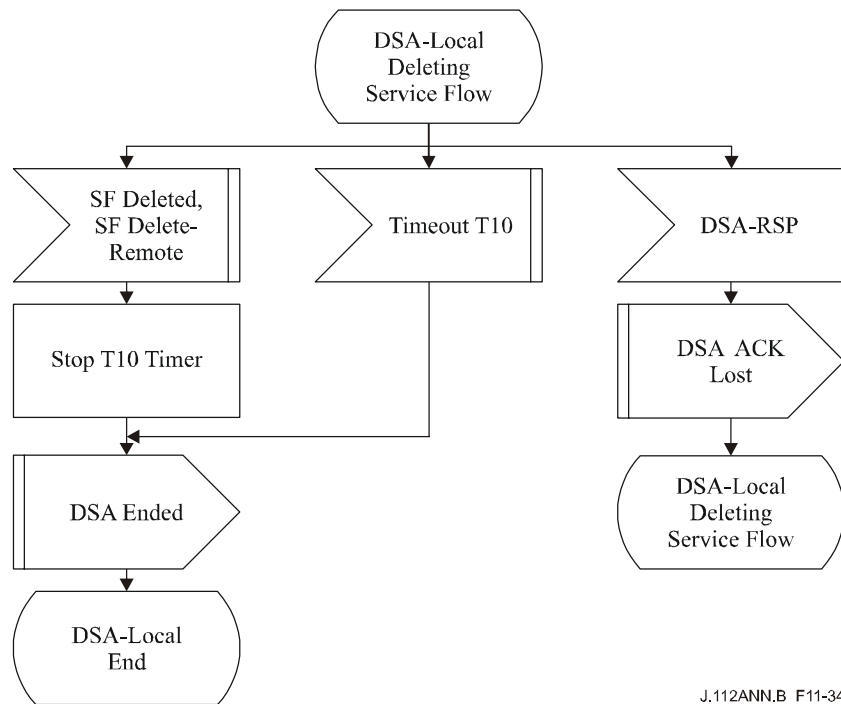
**Figure B.11-32/J.112 – Diagramme de flux d'état en attente de transaction DSA lancée localement**



J.112ANN.B-F11-33

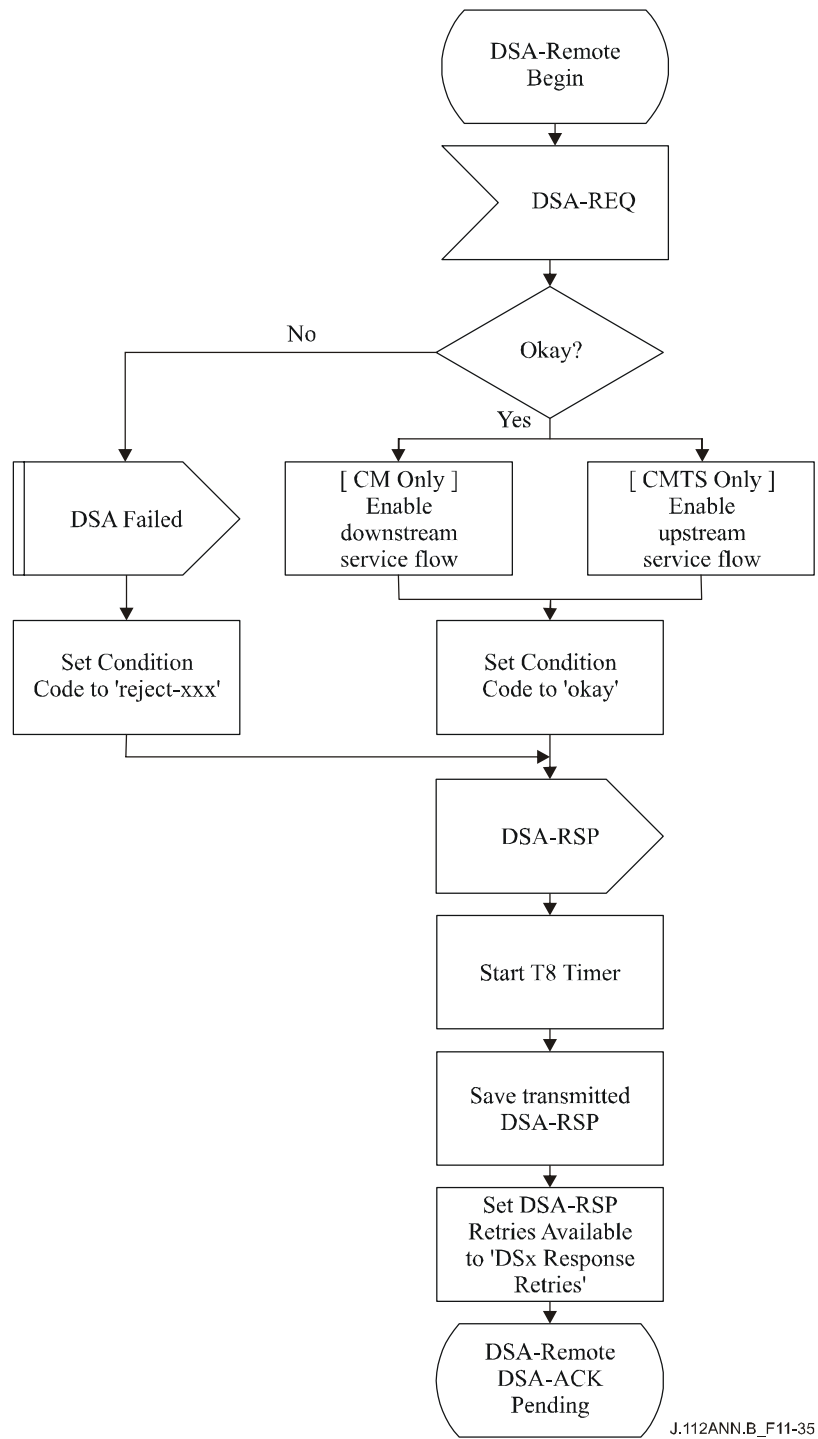
**Figure B.11-33/J.112 – Diagramme de flux d'état réessais épuisés d'une transaction DSA lancée localement**





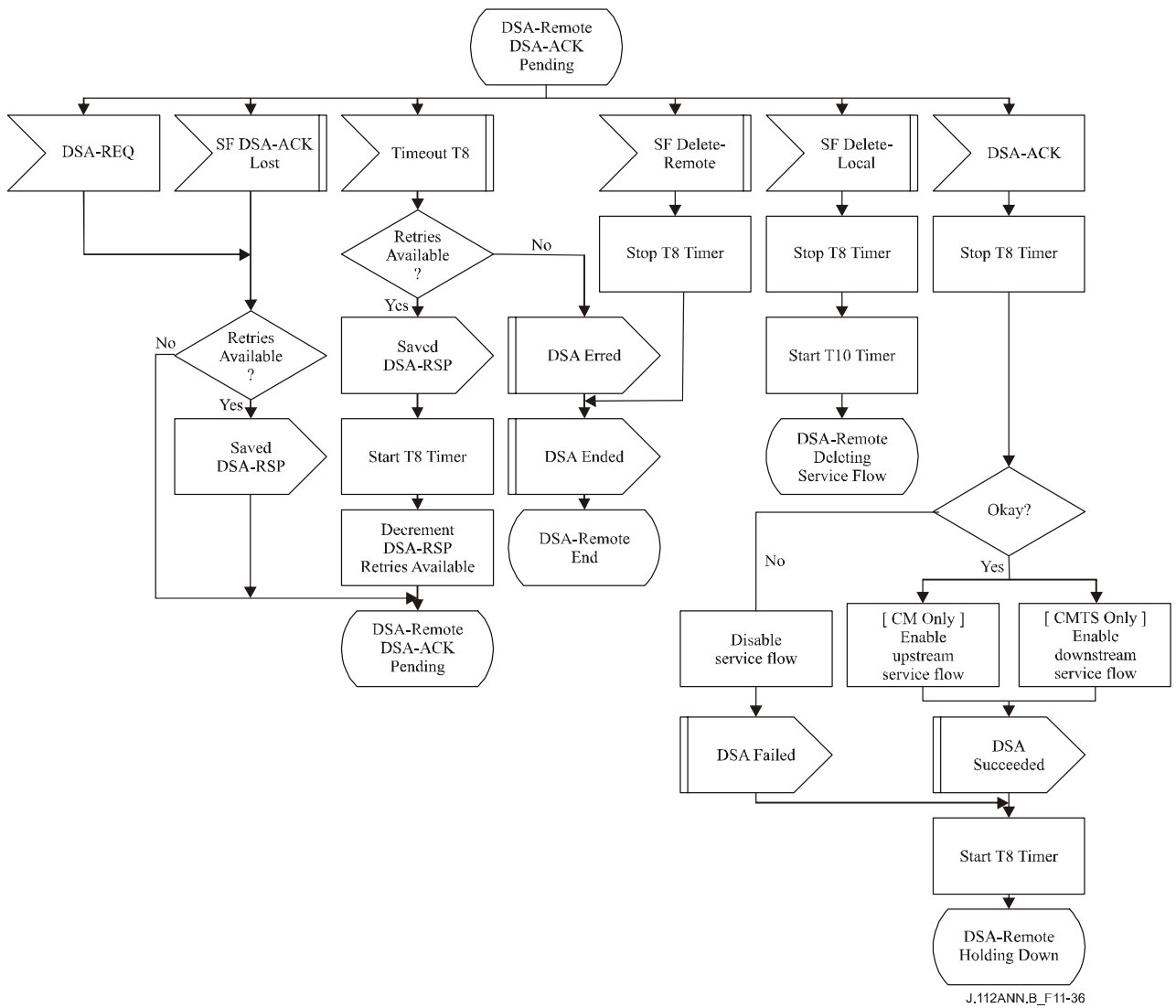
J.112ANN.B\_F11-34

**Figure B.11-34/J.112 – Diagramme de flux d'état suppression de SF de transaction DSA lancée localement**



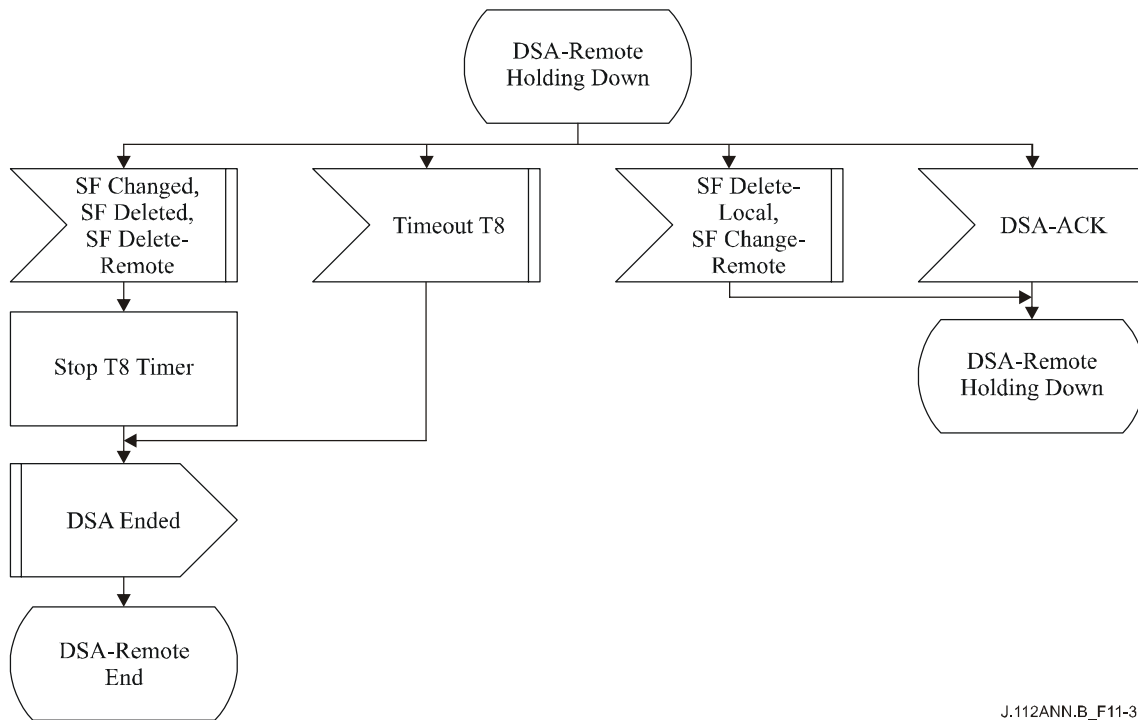
J.112ANN.B\_F11-35

**Figure B.11-35/J.112 – Diagramme de flux d'état début de transaction DSA lancée à distance**



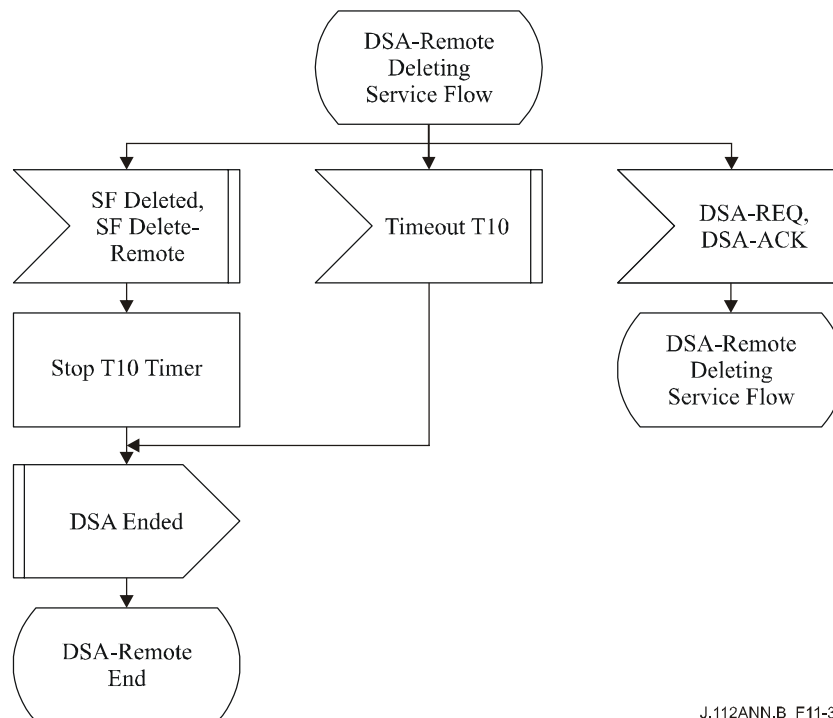
J.112ANN.B\_F11-36

**Figure B.11-36/J.112 – Diagramme de flux d'état DSA-ACK en instance d'une transaction DSA lancée à distance**



J.112ANN.B\_F11-37

**Figure B.11-37/J.112 – Diagramme de flux d'état en attente d'une transaction DSA lancée à distance**



J.112ANN.B\_F11-38

**Figure B.11-38/J.112 – Diagramme de flux d'état suppression de service d'une transaction DSA lancée à distance**

### B.11.4.3 Modification de service dynamique

L'ensemble de messages de modification de service dynamique (DSC, *dynamic service change*) sert à modifier les paramètres de flux associés à un flux de service. Plus précisément, une modification DSC peut:

- modifier la spécification de flux de service;
- ajouter, supprimer ou remplacer un classificateur de flux;
- ajouter, supprimer ou régler des éléments de suppression PHS.

Un même échange de messages DSC peut modifier les paramètres d'un flux de service aval et/ou amont donné.

Afin d'éviter la perte de paquets, toute modification de largeur de bande demandée doit être mise en file séquentielle entre l'application qui génère les données et les paramètres de bande passante du flux de service qui transporte les données. Comme les messages de commande MAC peuvent être perdus, le rythme des changements des paramètres de flux de service peut varier, et il survient à des moments différents dans le CM et dans le CMTS. Les applications devraient réduire leur largeur de bande de données transmises avant d'initialiser un DSC pour réduire la largeur de bande du flux de service, et ne devraient pas augmenter leur largeur de bande de données transmises avant l'achèvement de la modification DSC augmentant la largeur de bande du flux de service.

Le CMTS commande la programmation aussi bien amont qu'aval. La programmation se fonde sur les demandes de transmission de données est elle est soumise aux limites contenues dans les paramètres du flux de service en cours au CMTS. Le rythme des changements de paramètres du flux de service, et tout changement de programmation qui en découle est indépendant des deux directions et du fait qu'il s'agisse d'une augmentation ou d'une diminution de bande passante. Le CMTS modifie toujours les paramètres du flux de service dès réception d'une demande DSC-REQ (transaction lancée par le CM) ou d'une réponse DSC-RSP (transaction lancée par le CMTS).

Le CMTS commande également le comportement en émission aval. Une modification de comportement en émission aval coïncide toujours avec la modification de programmation aval (c'est-à-dire que le CMTS commande et modifie simultanément ces deux éléments).

Le CM commande les demandes d'émission amont, sous réserve des limites contenues dans les paramètres du flux de service en cours au modem câble. Le rythme des modifications de paramètres du flux de service dans le CM, et tout changement de comportement de demandes en émission du CM qui en découle dépend de l'appareil qui a lancé la transaction. Pour une demande DSC-REQ lancée par un modem câble, les paramètres de flux de service sont modifiés à réception de la réponse DSC-RSP provenant du CMTS. Pour une demande DSC-RSP lancée par un CMTS, les paramètres de flux de service sont modifiés à réception de la demande DSC-REQ provenant du CMTS.

Tout flux de service peut être désactivé par une commande de modification de service dynamique envoyée dans un message DSC-REQ faisant référence à l'identifiant de flux de service et comportant un ensemble ActiveQosParamSet vide. Si toutefois un flux de service primaire de CM est désactivé, ce CM est désinscrit et DOIT se réinscrire. Il convient donc de prendre des précautions avant de désactiver de tels flux de service. Si un flux de service qui a été mis à disposition au cours d'une inscription est désactivé, les informations de mise à disposition de ce flux de service DOIVENT être conservées jusqu'à la réactivation du flux de service.

Un CM ne DOIT avoir qu'une seule transaction DSC en cours pour un flux de service donné. S'il détecte qu'une deuxième transaction a été lancée par le CMTS, le CM DOIT abandonner sa propre transaction et permettre l'achèvement de la transaction lancée par le CMTS.

Un CMTS DOIT n'avoir qu'une seule transaction DSC en cours pour un flux de service donné. S'il détecte qu'une deuxième transaction a été lancée par le CM, le CMTS DOIT abandonner la transaction lancée par le CM et permettre l'achèvement de la transaction lancée par lui-même.

NOTE – Les applications actuellement envisagées commanderont probablement un flux de service au moyen soit du CM soit du CMTS mais non des deux. Le cas d'une modification DSC lancée simultanément par le CM et le CMTS est donc considéré comme un état exceptionnel et traité comme tel.

#### B.11.4.3.1 Modification de service dynamique lancée par CM

Un CM qui a besoin de modifier une définition de flux de service exécute les opérations suivantes (voir Figure B.11-39).

Le CM informe le CMTS au moyen d'un message de demande de modification de service dynamique (DSC-REQ). Le CMTS DOIT déterminer si le flux de service indiqué en référence peut assurer cette modification. Le CMTS DOIT répondre par une réponse de modification de service dynamique (DSC-RSP) indiquant l'acceptation ou le rejet. Le CM reconfigure au besoin le flux de service, puis DOIT répondre par un message d'accusé de réception de modification de service dynamique (DSC-ACK).

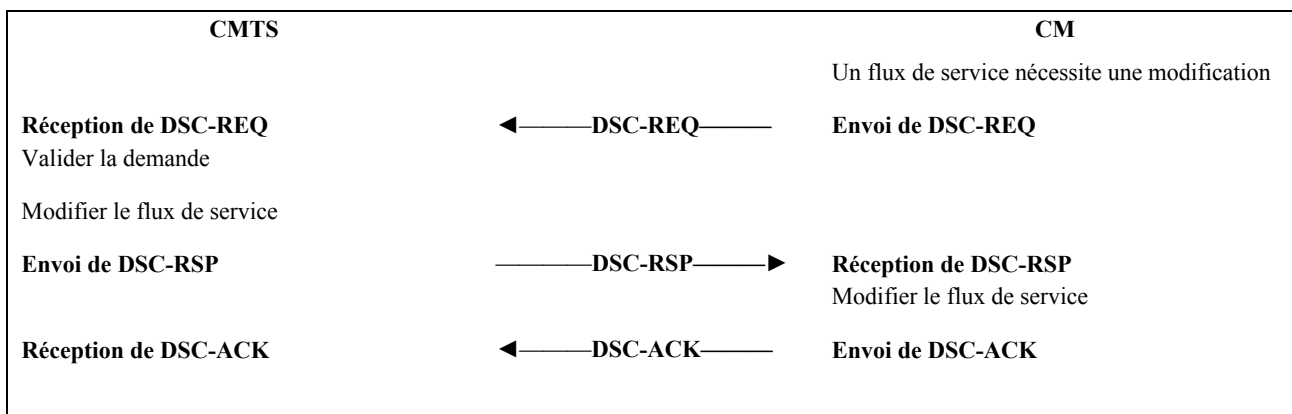
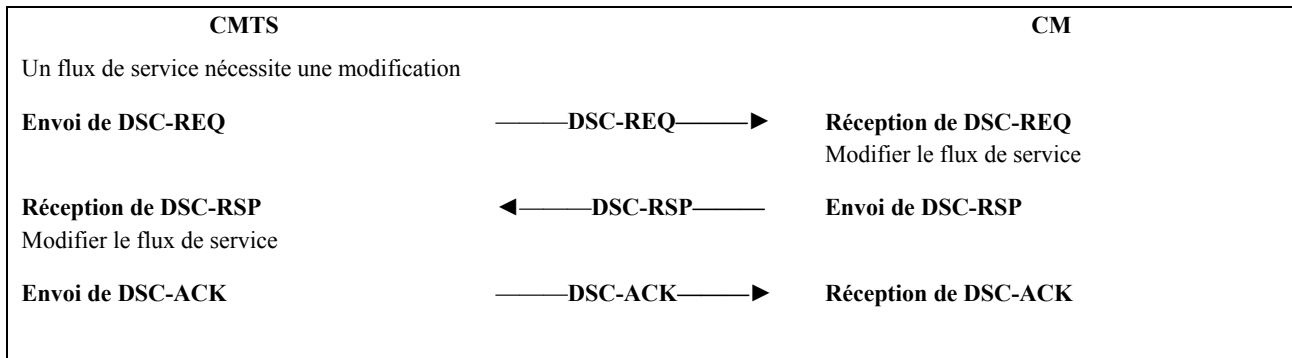


Figure B.11-39/J.112 – Modification DSC lancée par CM

### B.11.4.3.2 Modification de service dynamique lancée par CMTS

Un CMTS qui a besoin de modifier une définition de flux de service exécute les opérations suivantes (voir la Figure B.11-40).

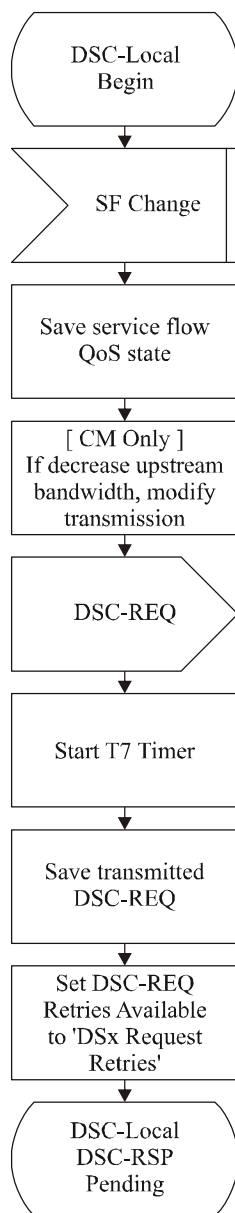
Le CMTS DOIT déterminer si le flux de service indiqué en référence peut assurer cette modification. Si c'est le cas, le CMTS en informe le CM au moyen d'un message de demande de modification de service dynamique (DSC-REQ). Le CM vérifie qu'il peut assurer la modification de service et DOIT répondre par une réponse de modification de service dynamique (DSC-RSP) indiquant l'acceptation ou le rejet. Le CMTS reconfigure au besoin le flux de service puis DOIT répondre par un message d'accusé de réception de modification de service dynamique (DSC-ACK).



**Figure B.11-40/J.112 – Modification DSC lancée par le CMTS**

### B.11.4.3.3 Diagrammes de transition d'état lors d'une modification de service dynamique

Voir les Figures B.11-41 à B.11-49.



J.112ANN.B\_F11-41

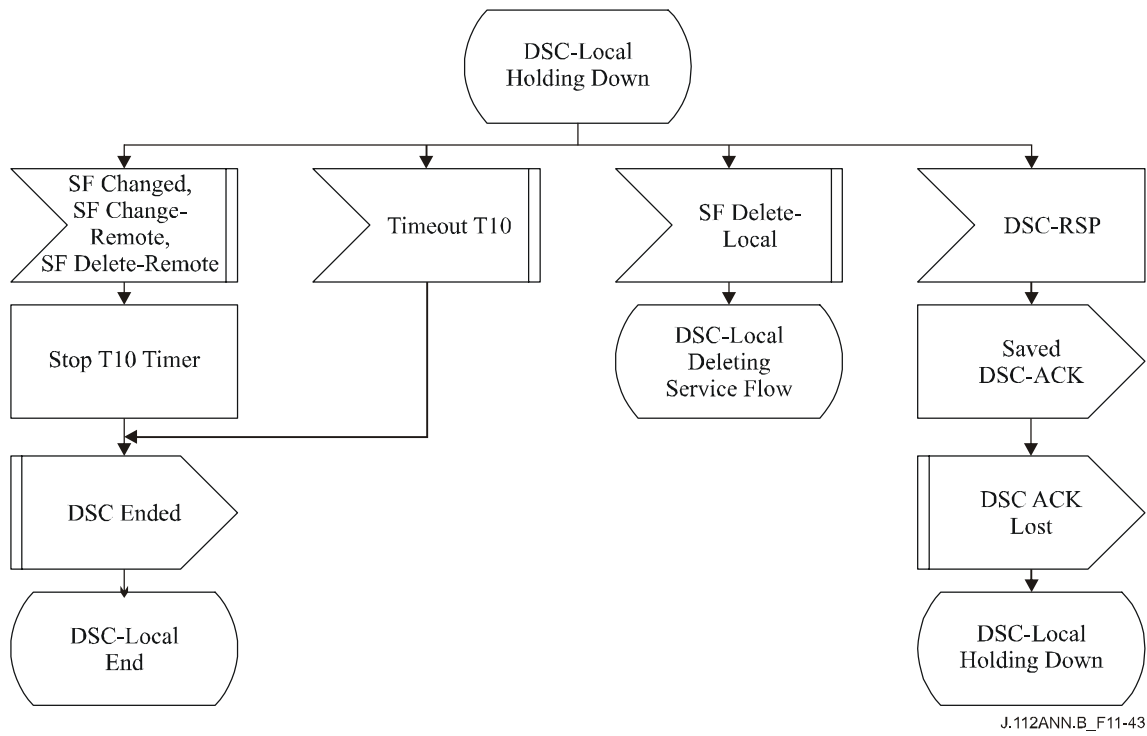
**Figure B.11-41/J.112 – Diagramme de flux d'état de début de transaction DSC lancée localement**



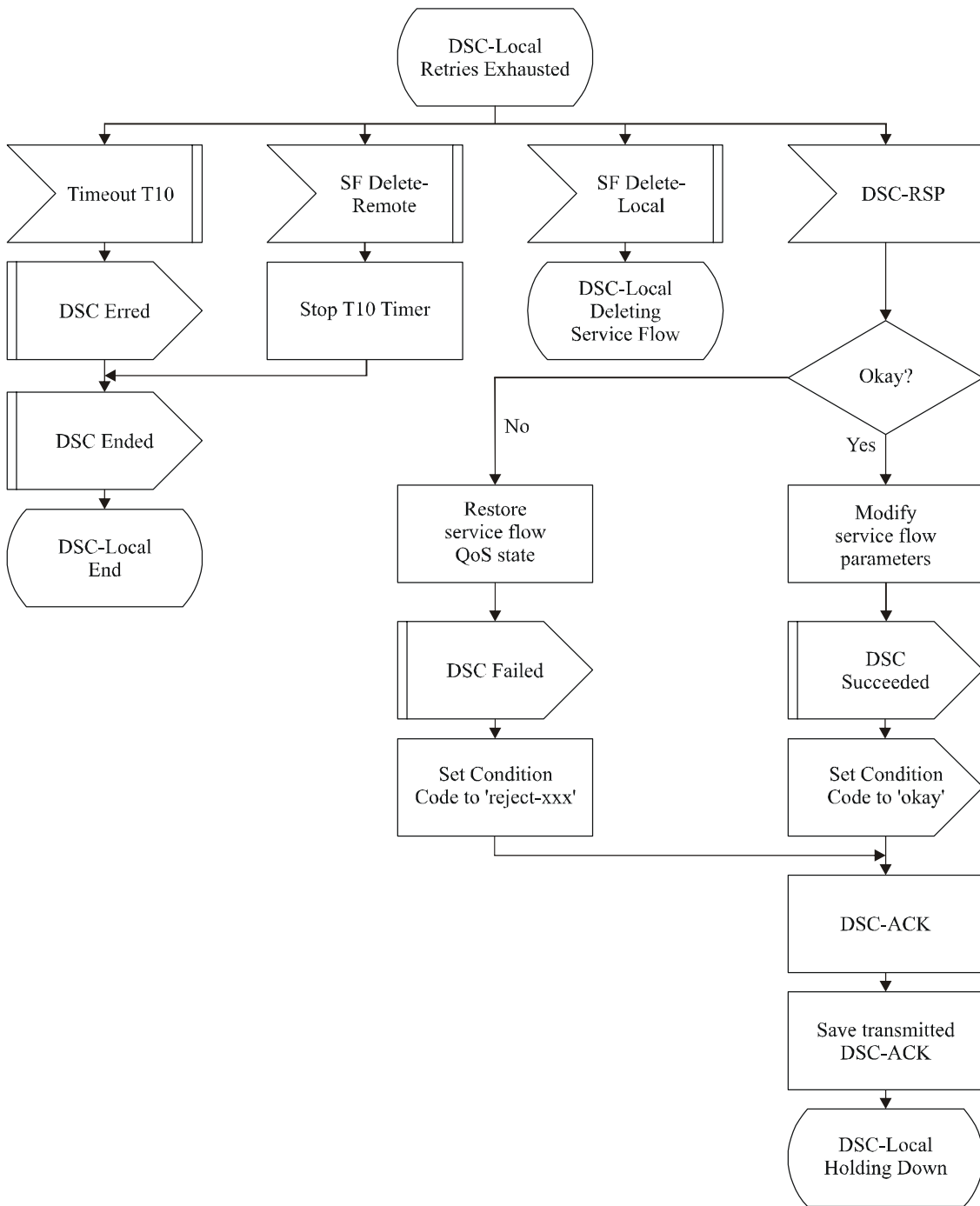


J.112ANN.B\_F11-42

**Figure B.11-42/J.112 – Diagramme de flux d'état en instance de réponse DSC-RSP d'une transaction DSC lancée localement**

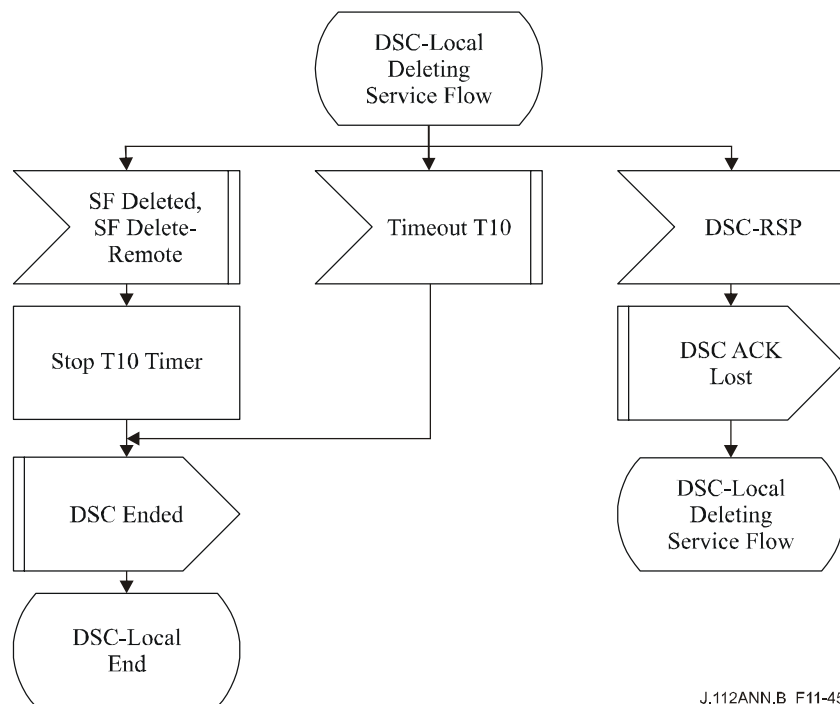


**Figure B.11-43/J.112 – Diagramme de flux d'état d'attente de transaction DSC lancée localement**



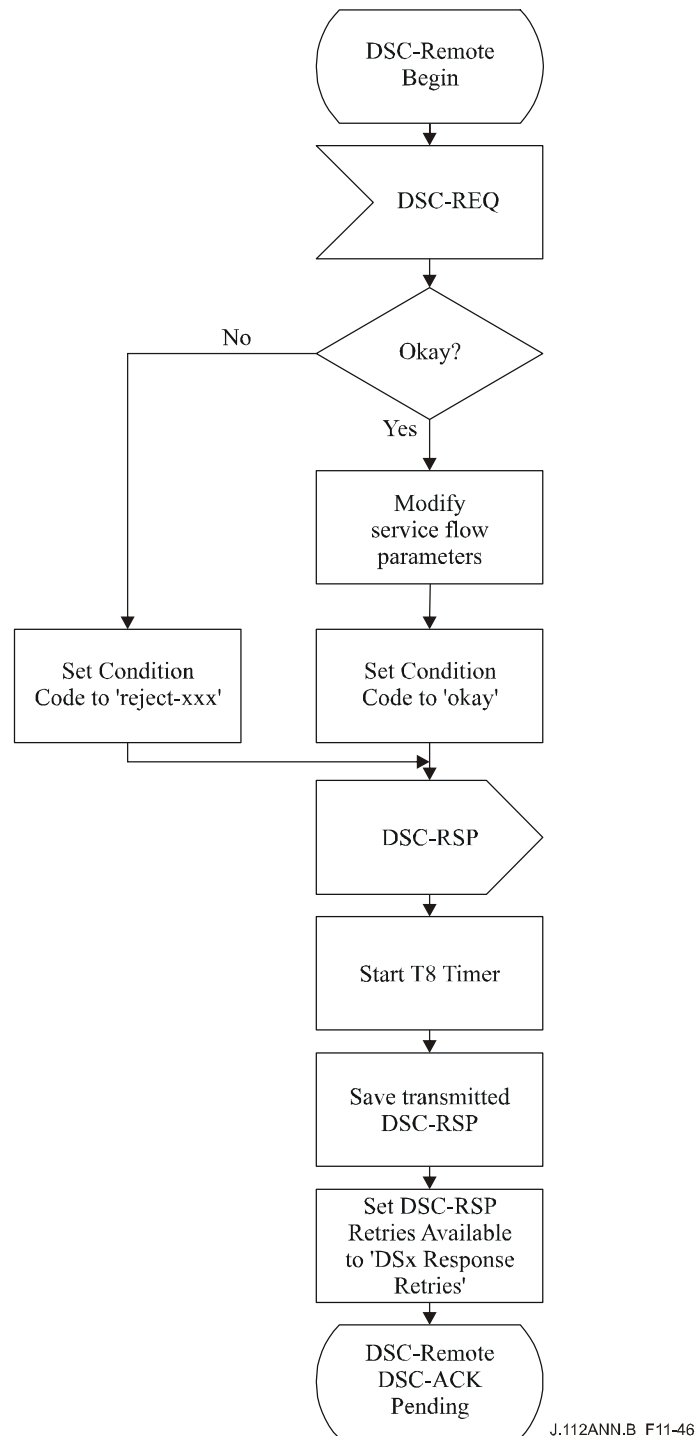
J.112ANN.B\_F11-44

**Figure B.11-44/J.112 – Diagramme de flux d'état de réessais épuisés d'une transaction DSC lancée localement**

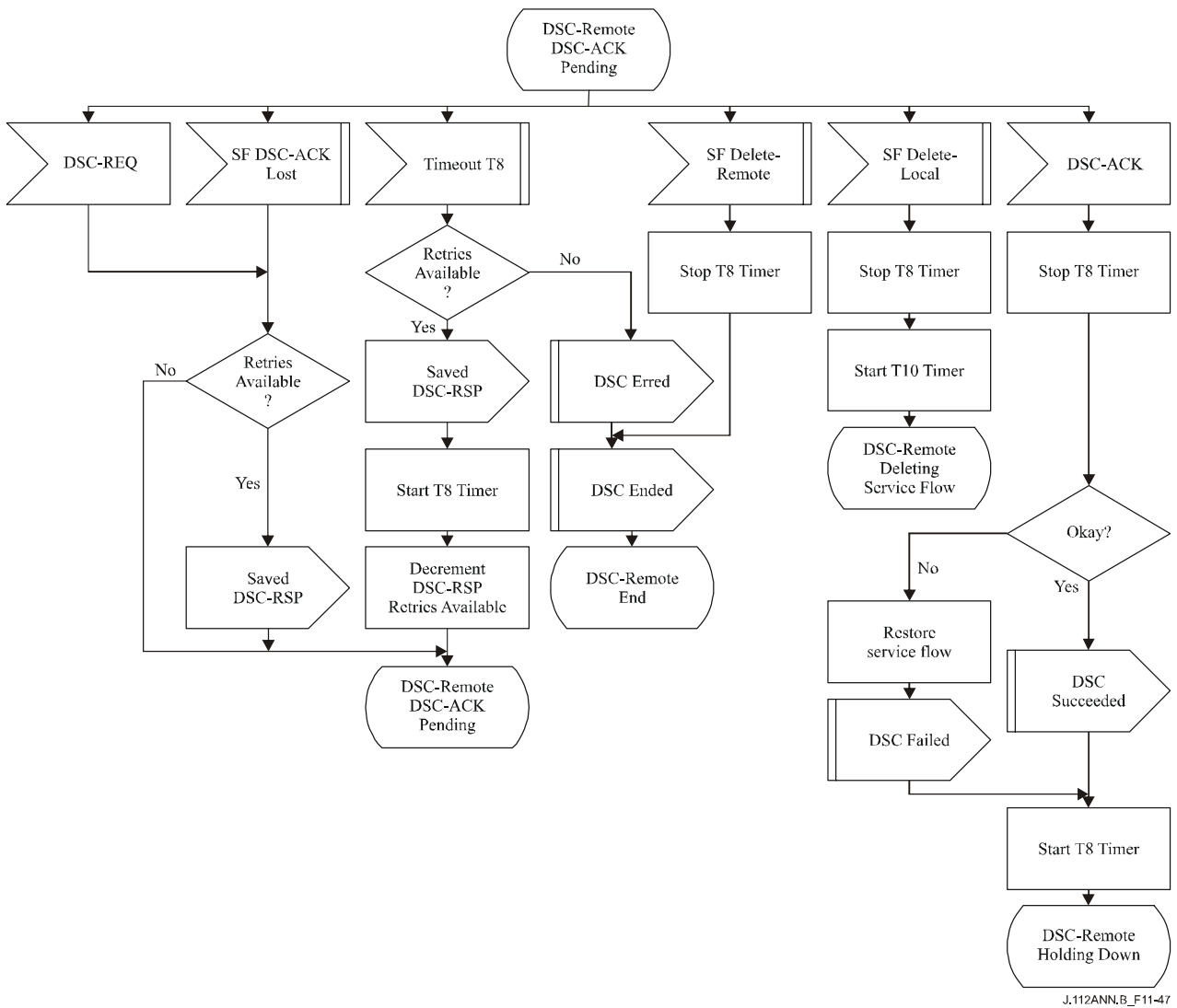


J.112ANN.B\_F11-45

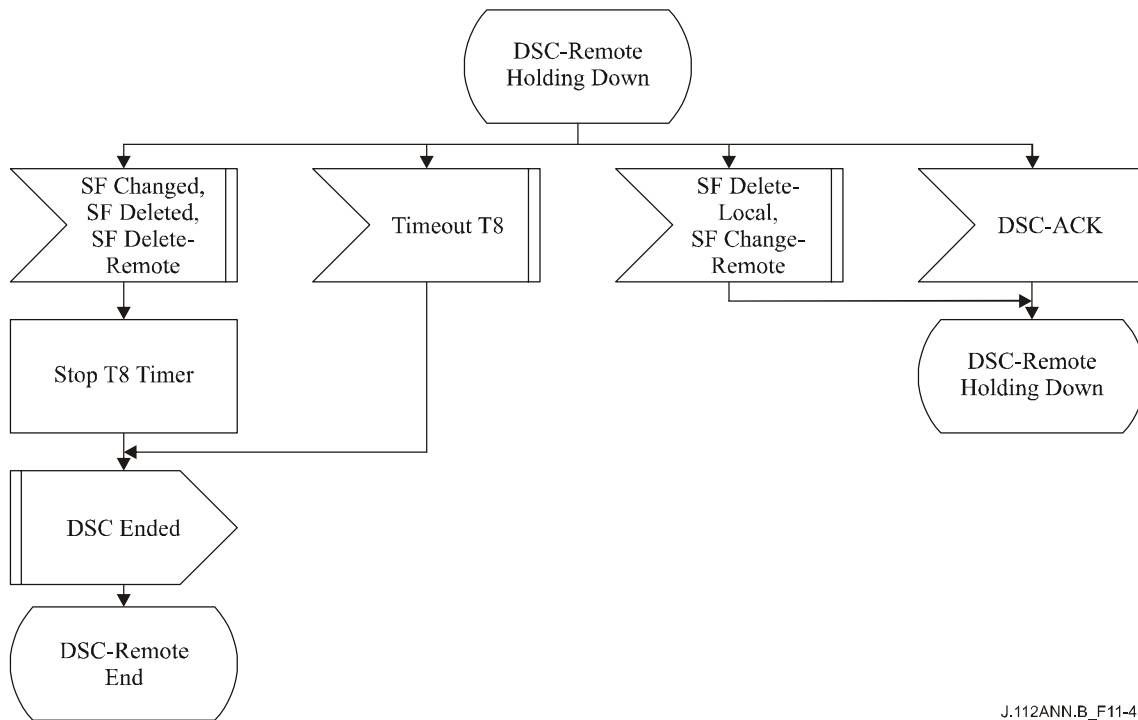
**Figure B.11-45/J.112 – Diagramme de flux d'état de suppression de SF de transaction DSC lancée localement**



**Figure B.11-46/J.112 – Diagramme de flux d'état de début de transaction DSC lancée à distance**

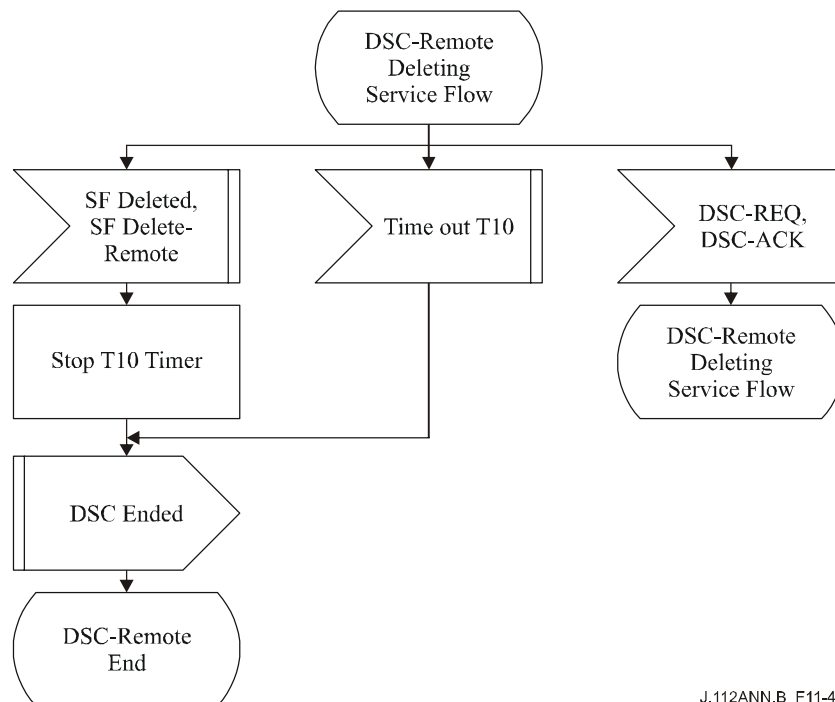


**Figure B.11-47/J.112 – Diagramme de flux d'état DSC-ACK en instance d'une transaction DSC lancée à distance**



J.112ANN.B\_F11-48

**Figure B.11-48/J.112 – Diagramme de flux d'état d'attente d'une transaction DSC lancée à distance**



J.112ANN.B\_F11-49

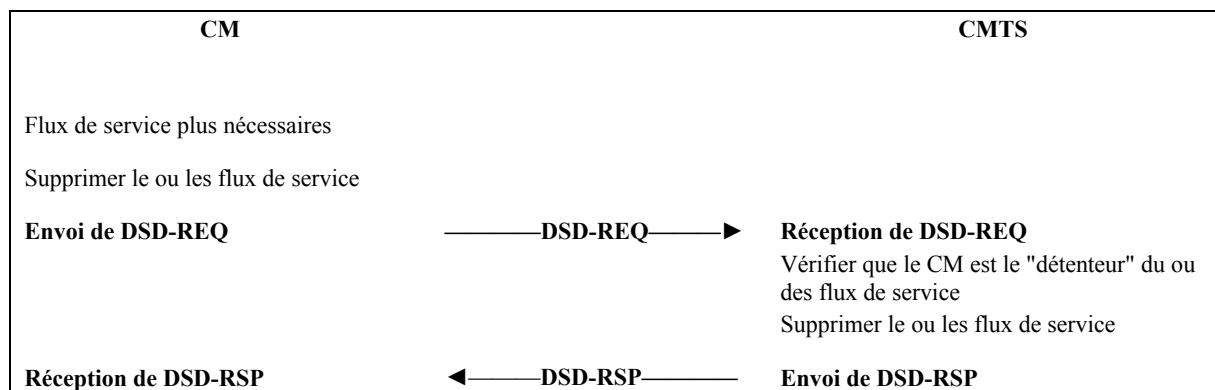
**Figure B.11-49/J.112 – Diagramme de flux d'état de suppression de service d'une transaction DSC lancée à distance**

#### B.11.4.4 Suppression de service dynamique

Tout flux de service peut être supprimé par les messages de suppression de service dynamique (DSD). Lorsqu'un flux de service est supprimé, toutes les ressources qui lui sont associées sont libérées, y compris les classificateurs et les champs PHS. Si cependant un flux de service primaire de CM est supprimé, ce CM est désinscrit et DOIT se réinscrire. De même, si l'on supprime un flux de service qui a été mis à disposition au cours de l'inscription, les informations de mise à disposition pour ce flux de service sont perdues jusqu'à ce que le CM se réinscrive. La suppression d'un flux de service mis à disposition NE DOIT PAS cependant provoquer la désinscription d'un CM. Il convient donc de prendre des précautions avant de supprimer de tels flux de service.

##### B.11.4.4.1 Modification de service dynamique lancée par CM

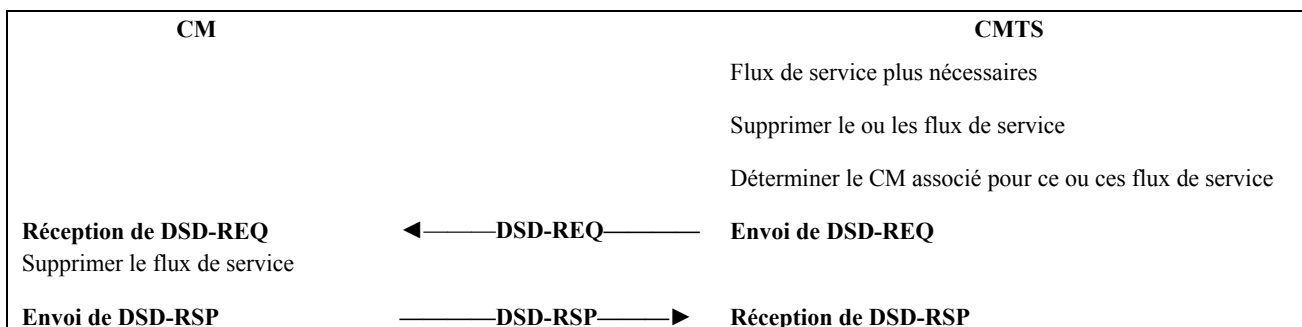
Un CM souhaitant supprimer un flux de service amont et/ou aval envoie au CMTS une demande de suppression au moyen d'un message de demande de suppression de service dynamique (DSD-REQ). Le CMTS supprime le ou les flux de service et produit une réponse au moyen d'un message de réponse de suppression de service dynamique (DSD-RSP). Un seul flux de service amont ou aval peut être supprimé par chaque demande DSD. Voir la Figure B.11-50.



**Figure B.11-50/J.112 – Suppression de service dynamique lancée par le CM**

##### B.11.4.4.2 Modification de service dynamique lancée par le CMTS

Un CMTS souhaitant supprimer un flux de service dynamique amont et/ou aval envoie au CM une demande de suppression au moyen d'un message de demande de suppression de service dynamique (DSD-REQ). Le CM supprime le flux de service et produit une réponse au moyen d'un message de réponse de suppression de service dynamique (DSD-RSP). Un seul flux de service amont et/ou aval peut être supprimé par chaque demande DSD. Voir la Figure B.11-51.

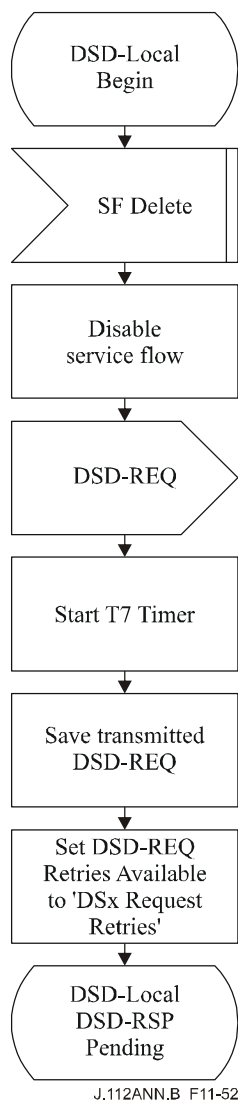


**Figure B.11-51/J.112 – Suppression de service dynamique lancée par le CMTS**

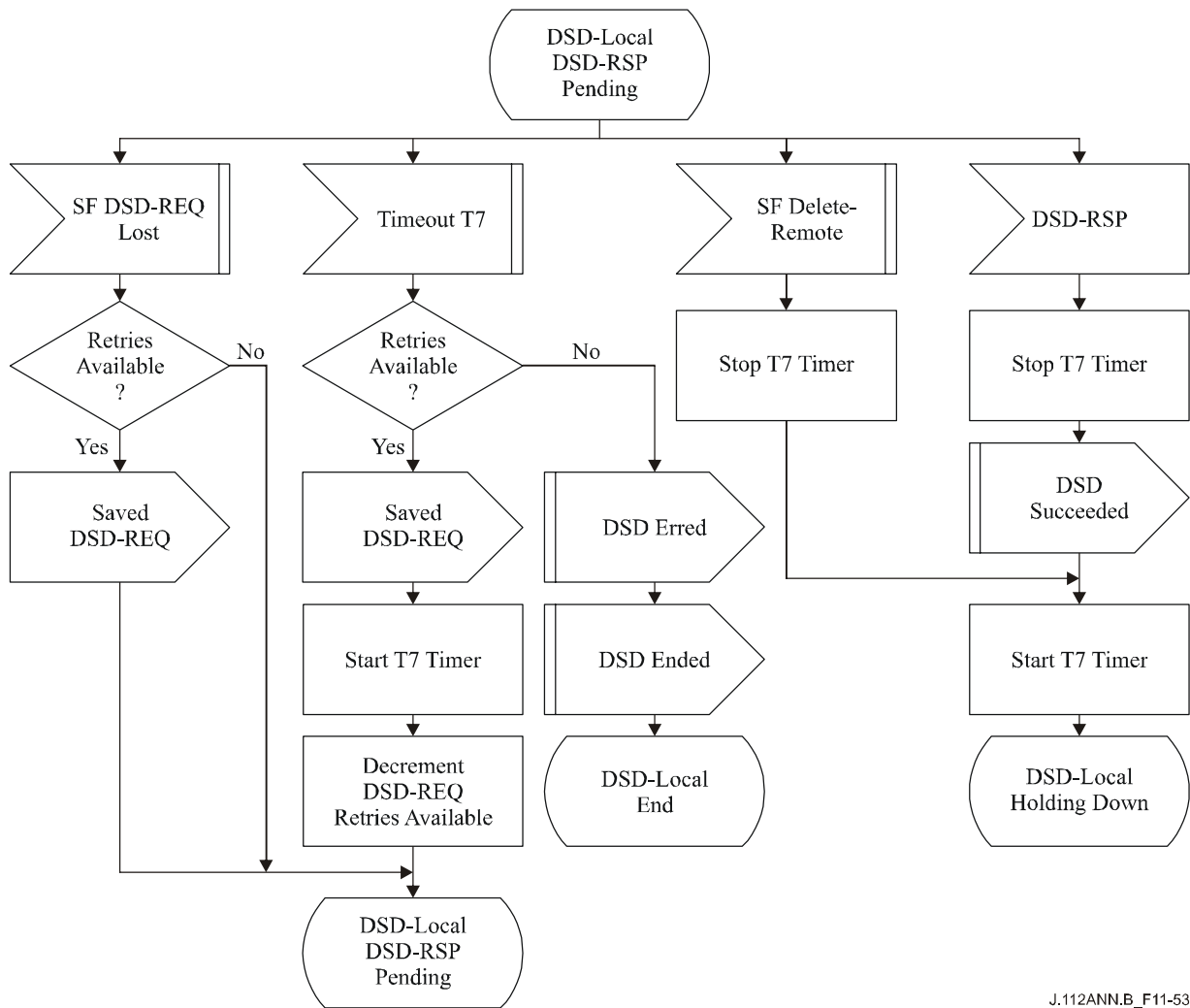


### B.11.4.4.3 Diagrammes de transition d'état lors d'une suppression de service dynamique

Voir les Figures B.11-52 à B.11-56.

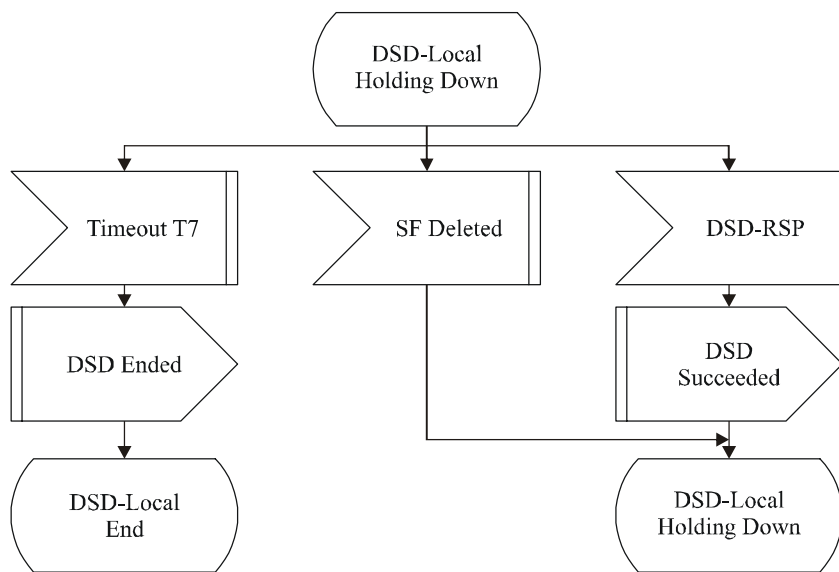


**Figure B.11-52/J.112 – Diagramme de flux d'état de début de transaction DSD lancée localement**



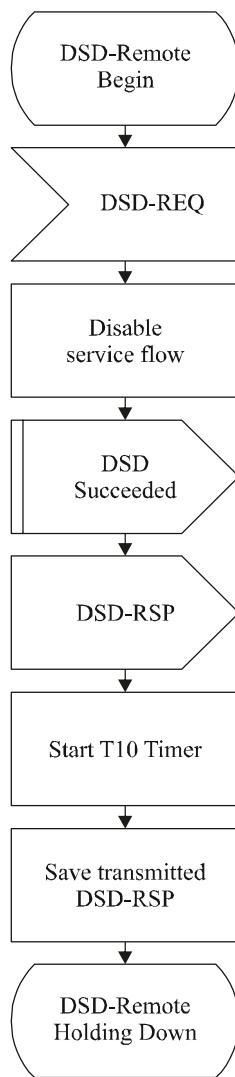
J.112ANN.B\_F11-53

**Figure B.11-53/J.112 – Diagramme de flux d'état en instance de transaction DSD lancée localement**



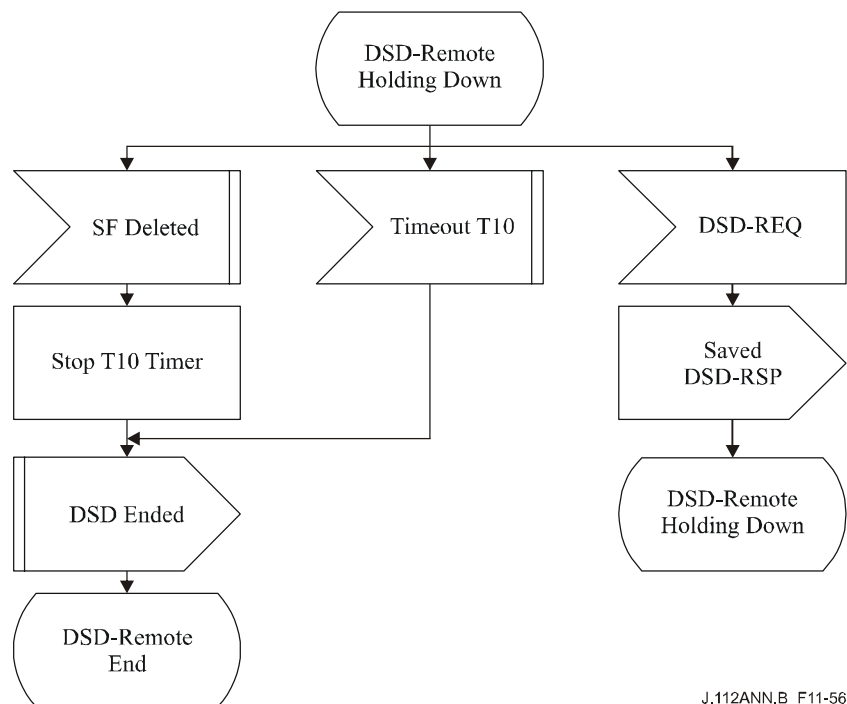
J.112ANN.B\_F11-54

**Figure B.11-54/J.112 – Diagramme de flux d'état en attente de transaction DSD lancée localement**



J.112ANN.B\_F11-55

**Figure B.11-55/J.112 – Diagramme de flux d'état début de transaction DSD lancée à distance**



J.112ANN.B\_F11-56

**Figure B.11-56/J.112 – Diagramme de flux d'état en attente de transaction DSD lancée à distance**

#### **B.11.4.5 Modification dynamique de canaux aval et/ou amont**

##### **B.11.4.5.1 Fonctionnement général de la modification DCC**

A tout moment après l'inscription, le CMTS PEUT prescrire au CM de modifier son canal aval et/ou amont en vue d'un équilibrage du trafic, d'une compensation de bruit ou pour d'autres raisons qui sont hors du domaine d'application de l'Annexe B. Les Figures B.11-58 et B.11-59 montrent la procédure qui DOIT être suivie par le CMTS. La Figure B.11-62 montre la procédure correspondante qui DOIT être suivie par un CM possédant la capacité de modification DCC.

La commande DCC peut servir à modifier la seule fréquence amont, la seule fréquence aval ou les deux fréquences amont et aval. Lorsque seule la fréquence amont ou aval est modifiée, la modification s'effectue normalement dans un domaine de commande MAC. Lorsque les deux fréquences, amont et aval, sont modifiées, la modification peut s'effectuer dans un domaine MAC ou entre des domaines MAC.

L'identifiant de canal amont DOIT être unique entre l'ancien et le nouveau canal. Dans ce contexte, le terme *ancien canal* vise le canal que le CM utilisait avant le saut et le terme *nouveau canal* vise le canal que le CM utilisera après le saut.

Lors de la synchronisation avec le nouveau canal amont et/ou aval, le CM DOIT utiliser la technique spécifiée dans les TLV de technique d'initialisation de la demande DCC, si ils sont présents, afin de déterminer s'il doit effectuer une réinitialisation, une télémétrie seulement ou ni l'une ni l'autre. Si ces TLV ne sont pas présents dans la demande DCC, le CM DOIT réinitialiser sa couche MAC avec la nouvelle attribution de canal (voir au § B.11.2). Si le CM a été mandaté pour réinitialiser, le système CMTS NE DOIT PAS attendre qu'une réponse DCC survienne sur le nouveau canal.

Si le CM doit être déplacé au sein d'un domaine MAC, une réinitialisation n'est pas obligatoire. Si le CM est déplacé entre domaines MAC, une réinitialisation peut être nécessaire. La réinitialisation, si elle est demandée, est effectuée avec les nouvelles attributions amont et de canal. Elle consiste à obtenir des paramètres amont, à établir la connectivité IP, à déterminer l'heure, à transférer les

paramètres de fonctionnement, à effectuer l'inscription et à initialiser la confidentialité de base. Si la réinitialisation est effectuée, le CM NE DOIT PAS envoyer de réponse DCC-RSP sur le nouveau canal.

La décision de réorganisation est fondée sur la connaissance par le CMTS de toute la diversité des chemins pouvant exister entre les anciens et les nouveaux canaux, ou de toute modification de paramètres fondamentaux du canal amont ou aval, tels que la rapidité de modulation, le type de modulation ou la taille de mini-intervalle.

Lorsque la demande DCC-REQ n'implique aucune réinitialisation ou nouvelle télémétrie, l'objectif nominal du CM sera normalement de minimiser l'interruption du trafic destiné à l'utilisateur final. A cette fin, un CM peut choisir de continuer à utiliser des ressources de QS (comme les attributions de largeur de bande) dans son canal actuel après réception d'une demande DCC-REQ et avant exécution réelle de la modification de canal. Le CM peut également avoir besoin de ce temps pour purger les files d'attente internes ou réinitialiser les automates à états avant de modifier les canaux.

Le CM PEUT continuer à utiliser des ressources de QS dans l'ancien canal, y compris l'émission et la réception de paquets, après l'envoi d'un message de réponse DCC-RSP (départ) et avant le saut réel. Le CM PEUT utiliser des ressources de QS dans le nouveau canal, y compris l'émission et la réception de paquets, après le saut et avant l'envoi d'un message de réponse DCC-RSP (arrivée). Le CMTS NE DOIT PAS utiliser le message DCC-RSP (départ) pour supprimer des ressources de QS dans l'ancien canal. Le CMTS NE DOIT PAS attendre de message DCC-RSP (arrivée) dans le nouveau canal avant d'autoriser l'utilisation des ressources de QS. Cette disposition a pour objet de permettre au service d'attribution non sollicitée de s'appliquer à l'ancien et au nouveau canal avec une durée minimale d'interruption lors du changement de canal.

Le CMTS DOIT maintenir les ressources de QS dans le canal actuel jusqu'à l'expiration de la temporisation T13 après l'envoi de la dernière demande DCC-REQ ou jusqu'à ce qu'il puisse confirmer sur le plan interne la présence du CM dans le nouveau canal attribué. Le CM DOIT exécuter le départ de l'ancien canal avant l'expiration de T13. Le CM PEUT continuer à utiliser les ressources de QS dans le canal actuel après avoir envoyé la réponse DCC-RSP et avant l'expiration de T13.

Si le modem câble a reçu pour instruction d'effectuer la maintenance initiale ou de station, ou d'utiliser le canal directement, le CMTS de destination DOIT mettre en attente les ressources de qualité de service sur le nouveau canal jusqu'à l'écoulement d'un délai T15 après l'envoi de la dernière demande DCC-REQ si le modem câble n'a pas encore été détecté sur le nouveau canal. Si le modem câble reçoit pour instruction de réinitialiser la couche MAC, les ressources de qualité de service ne sont alors pas réservées sur le CMTS de destination, et T15 ne s'applique pas.

Le temporisateur T15 représente la durée maximale pendant laquelle le modem câble peut achever le déplacement vers le CMTS de destination, et il est fondé sur les codages de TLV (c'est-à-dire, le TLV de technique d'initialisation, le TLV de substitution d'UCD, et le TLV de substitution de SYNC) inclus dans le message DCC-REQ et sur la configuration locale du CMTS de destination (intervalle d'émission d'UCD, intervalle de SYNC, etc.).

Le CMTS de destination DEVRAIT calculer et limiter T15 sur la base de la politique interne, conformément aux lignes directrices données au § B.11.4.5.1.1.

Si la technique d'initialisation de la télémétrie initiale est utilisée, et si le modem câble arrive après l'expiration de T15, en essayant d'utiliser des ressources sur le nouveau canal alors qu'elles ont été retirées (télémétrie ou demande de bande passante sur un SID qui a été supprimé), le CMTS DOIT envoyer un message Abandon de télémétrie au modem câble pour provoquer l'échec de la transaction DCC.

Lorsqu'un modem câble est déplacé d'un canal aval à un autre sur des sous-réseaux IP différents en utilisant des techniques d'initialisation autres que la réinitialisation de la couche MAC, il peut

survenir un problème de connexion avec le réseau parce qu'aucun processus DHCP n'est indiqué au titre de l'opération DCC. Le modem câble PEUT implémenter une caractéristique spécifique du fournisseur pour faire face à cette situation. Le CMTS DEVRAIT prendre cette situation en compte lorsqu'il envoie une demande DCC-REQ et DEVRAIT ordonner au modem câble d'utiliser le TLV de technique d'initialisation approprié pour s'assurer qu'aucune perte de connectivité IP ne résulte de l'opération DCC.

Une fois que le CM a modifié les canaux, toutes les demandes antérieures de largeur de bande encore en instance, faites au moyen de l'élément d'information Demande ou Demande/Données, sont invalidées et le CM DOIT redemander la largeur de bande pour le nouveau canal. Dans le cas du service d'attribution non sollicitée en amont, les attributions sont implicites aux réservations de ressources de QS et n'ont pas besoin d'être redemandées.

#### B.11.4.5.1.1 Calcul du temporisateur T15

La valeur maximale pour le temporisateur T15 note la durée maximale pendant laquelle le CMTS devrait réserver des ressources sur le nouveau canal. Cette valeur n'est pas à utiliser pour représenter les performances acceptables.

L'équation ci-dessous décrit la méthode de calcul de la valeur de T15.

$$T15 = CmJumpTime + CmRxTargetUcd + CmRxDsSync + CmtsRxRngReq$$

Chacune des variables de l'équation du calcul du temporisateur T15 est expliquée dans le tableau ci-dessous.

Variable	Explication et valeur
CmJumpTime (heure de saut du CM)	C'est l'indication du modem câble au CMTS du moment où il a l'intention de faire le saut et de la durée qu'il lui faudra pour effectuer le saut. Pour un changement vers l'aval, cela inclut le temps nécessaire au modem câble pour synchroniser les paramètres aval sur le canal de destination, tels que la synchronisation de symbole de QAM, de verrouillage de trame de FEC, et de verrouillage de trame MPEG. Cela incorpore le temps pour le modem câble de faire le ménage sur l'ancien canal. Cela incorpore aussi une période T11 pour que le CM traite et reçoive le message DCC-REQ. Cette valeur facultative est calculée par le CM et retournée dans la réponse DCC-RSP (départ).  Si le modem câble ne spécifie pas les TLV d'heure de saut, le CMTS de destination suppose alors que la valeur est de 1,3 s. Cela en reconnaissance du fait que le modem câble peut continuer à utiliser l'ancien canal jusqu'à l'expiration du temporisateur T13. Si le CM spécifie les TLV d'heure de saut, le CMTS de destination utilise alors la valeur spécifiée.
CmRxTargetUcd (UCD cible en réception pour CM)	Cette variable représente le temps nécessaire au modem câble pour acquérir les paramètres d'UCD pour le canal amont cible. La valeur de cette variable est de deux périodes de temporisateur d'UCD de CMTS.
CmRxDsSync (Réception SYNC aval pour CM)	Cette variable représente le temps nécessaire au modem câble pour acquérir un message SYNC aval. La valeur de cette variable est de deux périodes de temporisateur SYNC de CMTS.

Variable	Explication et valeur
CmtsRxRngReq (Réception demande RNG pour CMTS)	<p>Cette variable représente le temps nécessaire au modem câble pour recevoir et utiliser une opportunité de télémétrie, et pour le CMTS de recevoir et traiter la demande RNG.</p> <p>Pour la technique d'initialisation d'utilisation directe, cette valeur est de deux fois la durée au CMTS entre opportunités de télémétrie en envoi individuel plus 20-40 ms pour le MAP et la durée de transmission de RNG-REQ et le temps de traitement de RNG-REQ au CMTS.</p> <p>Pour la technique d'initialisation de maintenance de station, cette valeur est deux fois la durée au CMTS entre opportunités de télémétrie en envoi individuel plus 20-40 ms pour la durée de transmission du MAP et de RNG-REQ et le temps de traitement de RNG-REQ au CMTS.</p> <p>Pour la technique d'initialisation de maintenance initiale, cette valeur est de 30 s. Comme les variables impliquées dans la maintenance initiale sont strictement sous le contrôle du CMTS, le calcul de ce facteur est incertain.</p>

La valeur maximale allouée au temporisateur T15 note la quantité de temps maximale pendant laquelle le CMTS devrait réserver des ressources sur le nouveau canal. La valeur minimale du temporisateur T15 est de deux secondes, et elle est déduite en doublant la valeur du temporisateur T13. La valeur maximale du temporisateur T15 est de 35 s.

#### **B.11.4.5.2 Conditions exceptionnelles de modification DCC**

Si un CM émet une demande DSA ou DSC pour obtenir plus de ressources et que le CMTS ait besoin d'opérer une modification DCC afin d'obtenir ces ressources, le CMTS rejettera la commande DSA ou DSC sans attribuer de ressources au CM. Le CMTS insère dans le message DSC-RSP un code de confirmation de "rejet temporaire de DCC" (voir au § B.C.1.3.1) afin d'indiquer que les nouvelles ressources ne seront pas disponibles avant la réception d'une modification DCC. Le CMTS fera alors suivre la transaction DSA ou DSC par une transaction DCC.

Après avoir effectué le saut vers un nouveau canal et avoir terminé la transaction DCC, le CM réessaye la commande DSA ou DSC. Si le CM n'a pas changé de canaux après l'expiration de la temporisation T14 mesurée à partir du moment où le CM a reçu du CMTS le message DSA-RSP ou DSC-RSP, le CM PEUT réessayer la demande de ressources.

Si le CMTS a besoin de modifier des canaux afin de satisfaire une demande de ressource autre qu'une commande DSA ou DSC lancée par un CM, il devrait exécuter d'abord la commande DCC et ensuite émettre une commande DSA ou DSC.

Si un CMTS opère une modification DCC avec réinitialisation, le fichier de configuration peut faire revenir le CM au canal initial, ce qui provoquerait une boucle sans fin. Pour éviter cela et à condition que la valeur par défaut du système de mise à disposition soit de spécifier l'identifiant du canal amont et/ou la fréquence aval, le CMTS NE DEVRAIT PAS utiliser la demande DCC-REQ avec l'option de réinitialisation.

Le CMTS NE DOIT PAS émettre de commande DCC s'il a déjà émis une commande DSA ou DSC et si cette commande est encore en vigueur. Le CMTS NE DOIT PAS émettre de commande DCC s'il est encore en attente d'un message DSA-ACK ou DSC-ACK venant d'une commande antérieure DSA-REQ ou DSC-REQ lancée par le CM.

Le CMTS NE DOIT PAS émettre de commande DSA ou DSC s'il a déjà émis une commande DCC et si cette commande est encore en vigueur.

Si le CMTS émet une commande DCC-REQ et le CM émet simultanément une demande DSA-REQ ou DSC-REQ, la commande du CMTS a priorité. Le CMTS répond par un code de confirmation "rejet temporaire" (voir au § B.C.1.3.1). Le CM procède alors à l'exécution de la commande DCC.

Si le CM n'est pas en mesure d'établir des communications avec un CMTS par le ou les nouveaux canaux, il DOIT revenir au ou aux canaux antérieurs et réinitialiser sa commande MAC. La précédente attribution de canal représente un point de fonctionnement dont l'efficacité est connue, ce qui devrait accélérer le processus de réinitialisation. Le fait de revenir au canal antérieur offre donc au CMTS un environnement opérationnel plus robuste pour trouver un CM qui échoue à se connecter au ou aux nouveaux canaux.

Si le CMTS envoie une demande DCC-REQ et ne reçoit pas de réponse DCC-RSP dans l'intervalle T11, il DOIT réémettre la demande DCC-REQ jusqu'à la valeur maximale de "réessais de DCC-REQ" (voir à l'Annexe B.B) avant de déclarer que la transaction a échoué. Noter que si la réponse DCC-RSP a été perdue en transit et que le CMTS réessaye la demande DCC-REQ, le CM peut avoir déjà modifié des canaux aval.

Si le CM envoie une réponse DCC-RSP sur le nouveau canal et ne reçoit pas de message DCC-ACK du CMTS dans l'intervalle T12, il DOIT réessayer la réponse DCC-RSP jusqu'à un nombre maximal de "Réessais de DCC-RSP" (voir l'Annexe B.B).

Si le CM reçoit une demande DCC-REQ avec un TLV d'ID de canal amont, si présent, égal à l'ID de canal amont actuel, et si le TLV de fréquence aval, si présent, est égal à la fréquence aval actuelle, le CM DOIT considérer la demande DCC-REQ comme une commande redondante. Les paramètres TLV de DCC-REQ restants NE DOIVENT PAS être exécutés et le CM DOIT retourner au CMTS une réponse DCC-RSP avec un code de confirmation "rejet déjà présent" (voir au § B.C.4.1).

#### **B.11.4.5.3 Performance de changement de canal dynamique**

L'objet d'un DCC est de passer le modem câble sur un nouveau canal amont et/ou aval avec une interruption de service minimale. De nombreux facteurs affectent les performances d'une transaction DCC, y compris la purge du modem câble, la technique d'initialisation et le nombre de conseils de TLV donnés par le CMTS en cours dans le message DCC-REQ. Chacun de ces facteurs est exposé individuellement dans le tableau ci-dessous.

Pour l'exposé des performances du tableau suivant, la transaction DCC est définie du point de vue à la fois du modem câble et du CMTS. Du point de vue du modem câble, la transaction DCC débute lorsque le CM reçoit le message DCC-REQ provenant du CMTS et s'achève lorsque le CM reçoit un message DCC-ACK provenant du CMTS. Du point de vue du CMTS, la transaction DCC débute lorsque le CMTS envoie le message DCC-REQ au modem câble et s'achève lorsque le CMTS reçoit le message DCC-RSP (arrivée) provenant du modem câble.



Type de TLV	Valeur	Explication
Technique d'initialisation	Réinitialisation MAC absente ou = 0	Il n'y a pas d'exigence de performance dans ce cas. Le CM arrivera au CMTS de destination après que survient l'initialisation.
	1 Maintenance initiale	Les attentes de performance sont faibles dans ce cas parce que de nombreux facteurs, tels que des collisions et l'attente de télémétrie les affectent. Le CM devrait arriver au CMTS de destination aussi vite que possible.
	2 Maintenance de station	La transaction DCC DEVRAIT se terminer dans les 1,5 s après le début du saut si le TLV de substitution d'UCD et le TLV de paramètre amont sont fournis.  La transaction DCC DEVRAIT se terminer durant le délai constitué par la somme du temps de saut du CM, de deux intervalles d'UCD, et de deux intervalles de télémétrie si le CMTS en cours ne fournit pas de conseils de TLV dans le message DCC-REQ.
	3 Maintenance initiale ou de station	Le CMTS ne sait pas quelle technique de télémétrie utilisera le CM. Le CM devrait arriver au CMTS de destination aussi vite que possible.
	4 Utilisation directe du canal	La transaction DCC DEVRAIT se terminer dans la seconde qui suit le début du saut si le TLV de substitution d'UCD et les TLV de paramètre aval sont fournis.  La transaction DCC DEVRAIT survenir dans le délai constitué par la somme du temps de saut du CM et de deux intervalles d'UCD si le CMTS en cours ne fournit pas de conseil de TLV dans le message DCC-REQ.
Paramètre aval		Le CMTS DEVRAIT inclure les TLV de paramètres aval pour la maintenance de station et utiliser directement les techniques d'initialisation qui sont supposées survenir rapidement.
Substitution d'UCD		Le CMTS DEVRAIT inclure le TLV de substitution d'UCD pour la maintenance de station et utiliser directement les techniques d'initialisation qui sont supposées survenir rapidement
Substitution de SYNC		Le CMTS DEVRAIT inclure le TLV de substitution de SYNC pour la maintenance de station et utiliser directement les techniques d'initialisation qui sont supposées survenir rapidement
Temps de saut du CM		La longueur du TLV de saut DEVRAIT être inférieure à une seconde pour les changements de canal aval qui incluent les TLV de paramètres aval ou les seuls changements de canal amont.

Lorsque la demande DCC-REQ ne contient pas de TLV de substitution d'UCD et/ou spécifie une technique d'initialisation de maintenance initiale, de maintenance de station ou d'utilisation directe, le CMTS de destination DEVRAIT augmenter la probabilité que le modem câble arrive rapidement en utilisant les TLV de temps de saut de CM spécifiés dans la DCC-RSP (départ) pour régler la transmission des UCD et les opportunités de télémétrie de telle sorte qu'elles coïncident au moment où le CM a estimé qu'elles arriveraient, et DEVRAIT augmenter la fréquence des UCD et/ou opportunités de télémétrie durant cette période.

#### **B.11.4.5.4 Modification de canal quasi transparente**

Lorsque le CMTS souhaite ajouter de nouvelles réservations de QS à un CM, il est parfois nécessaire de déplacer ce CM vers un nouveau canal amont et/ou aval pour réaliser cet objectif. Au cours de ce changement de canaux, il est souhaitable de minimiser l'interruption des services à QS existants comme les sessions de téléphonie sur IP ou de vidéo en temps réel. Cette modification de

canal quasi transparente est l'objectif naturel principal de la commande DCC. Le CMTS PEUT prendre en charge une modification de canal quasi transparente. Le CM PEUT prendre en charge une modification de canal quasi transparente.

Les actions ci-dessous sont des procédures d'exploitation recommandées pour implémenter une modification de canal quasi transparente. Cette liste part du principe que les deux canaux, amont et aval, vont être modifiés. Un sous-ensemble de la liste s'appliquera si seul le canal amont ou aval est modifié.

Les conditions suivantes devraient s'appliquer dans le réseau pour prendre en charge une modification de canal quasi transparente:

- les paramètres de couche Physique pour les nouveaux canaux amont et aval ne devraient pas être modifiés par rapport aux anciens canaux amont et aval. Noter qu'une modification des paramètres aval pourrait invalider les paramètres de télémétrie;
- les paramètres de télémétrie ne devraient pas être modifiés entre les anciens et les nouveaux canaux, ce qui peut imposer un câblage symétrique et des conditions d'installation extérieures au CMTS;
- le CMTS devrait utiliser le même mécanisme d'horodatage et de synchronisation pour tous les canaux aval;
- le routage IP devrait être configuré de façon que le CM et ses équipements CPE rattachés continuent à utiliser leurs adresses IP existantes, ce qui évitera des basculements vers des sessions en protocole RTP ou d'autres applications en cours.

Afin de réaliser une modification de canal quasi transparente, le CMTS:

- DEVRAIT dupliquer toutes les réservations de QS appropriées au CM dans les anciens et nouveaux canaux attribués, avant d'émettre une demande DCC-REQ.
- DEVRAIT dupliquer le flux de paquets aval pour le CM dans les anciens et nouveaux canaux attribués avant d'émettre une demande DCC-REQ (de modifications de canaux aval).
- DEVRAIT envoyer dans l'ancien canal aval des messages MAP pour le nouveau canal amont pendant une durée au moins égale à la temporisation T13, si les anciens et nouveaux canaux aval partagent le même horodatage. (Noter que si le CM ne peut pas mettre en mémoire cache les tableaux MAP pour le nouveau canal amont pendant qu'il se trouve sur l'ancien canal aval, le délai de modification de canal sera alors augmenté de la durée de production future des tableaux MAP. Le CMTS DEVRAIT donc s'abstenir de programmer des tableaux MAP plus loin dans le futur qu'il n'en a besoin.)
- DEVRAIT spécifier les paramètres aval et amont des nouveaux canaux avant le saut de CM.
- DEVRAIT spécifier de ne pas attendre de message SYNC dans le nouveau canal.
- DEVRAIT spécifier d'omettre l'initialisation (telle que définie au § B.11.2).
- DEVRAIT spécifier d'omettre la maintenance initiale et la maintenance de station.
- DEVRAIT gérer les substitutions de flux de service entre anciens et nouveaux identifiants SID, SAID et SFID et références de temps d'attribution non sollicité, selon les nécessités. Les noms de classe de service DEVRAIENT rester les mêmes entre le et les anciens et nouveaux canaux.

Afin de réaliser une modification de canal quasi transparente, le CM:

- DEVRAIT répondre en insérant dans le message DCC-RSP des estimations du temps de saut de CM.

- DEVRAIT détecter et mémoriser les messages MAP de l'ancien canal aval qui s'appliquent au nouveau canal amont. Ces opérations DEVRAIENT être effectuées au cours de la temporisation T13.
- DEVRAIT utiliser les paramètres aval et le descripteur UCD dans sa mémoire cache de commande DCC afin de forcer une convergence PHY plus rapide lors d'un saut de canal.
- NE DEVRAIT PAS attendre de message SYNC après une convergence PHY et avant une émission, si le CMTS le lui permet.
- DEVRAIT utiliser les tableaux MAP mis en mémoire cache, si ils sont disponibles, afin d'accélérer le démarrage.
- DEVRAIT minimiser l'interruption du trafic dans chaque sens en permettant au trafic de continuer à s'écouler dans les deux sens jusqu'au moment précédant le saut puis immédiatement après resynchronisation avec le ou les nouveaux canaux.
- DEVRAIT mettre en file d'attente les paquets de données entrants qui arrivent au cours du saut et les transmettre après celui-ci.
- DEVRAIT écarter les paquets VoIP reçus après le saut, qui ont fait dépasser la limite de la file d'attente du service d'attribution non sollicitée, mais pas plus que nécessaire.

Les applications qui s'exécutent sur le chemin DOCSIS devraient être en mesure de gérer la perte de paquets qui peut se produire pendant que le CM modifie les canaux.

#### **B.11.4.5.5 Exemple de fonctionnement**

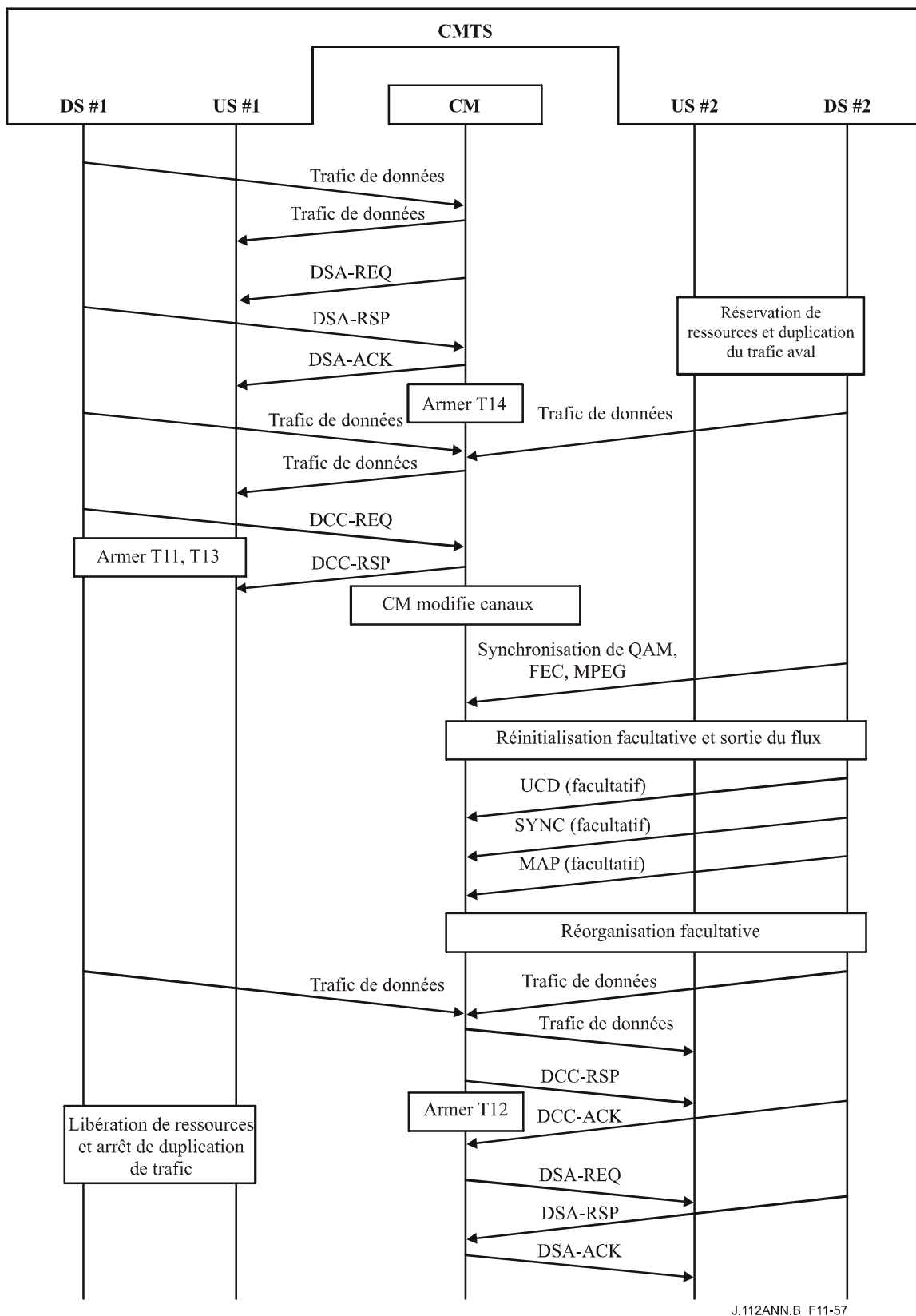
##### **B.11.4.5.5.1 Exemple de signalisation**

La Figure B.11-57 montre un exemple d'utilisation de la modification DCC et de sa relation avec les autres messages MAC DOCSIS. Cet exemple décrit en particulier un scénario dans lequel le CM essaie d'attribuer de nouvelles ressources au moyen d'un message DSA. Le CMTS rejette temporairement la demande et invite le CM à modifier les canaux. Puis le CM redemande les ressources. Cet exemple (qui ne comporte pas toutes les conditions d'exception) est décrit ci-dessous. Pour de plus amples détails, voir au § B.11.2.

- a) Un événement se produit, comme l'envoi d'un message DSA-REQ par le CM.
- b) Le CMTS détermine qu'il a besoin de modifier des canaux afin de répondre à cette demande de ressource. Il répond par un message DSA-RSP comportant un code de confirmation de type "rejet temporaire de DCC" (voir au § B.C.1.3.1) dans le message DSC-RSP afin d'indiquer que les nouvelles ressources ne sont pas disponibles tant qu'une modification DCC n'est pas reçue. Le CMTS rejette donc tout nouveau message DSA ou DSC en attendant l'exécution de la commande DCC.
- c) Le CMTS lance des réservations de QS dans les nouveaux canaux amont et/ou aval. Ces réservations de QS comportent la nouvelle attribution de ressources ainsi que toutes les attributions de ressources déjà allouées au CM. Dans cet exemple, les deux canaux, amont et aval, sont modifiés.
- d) Pour faciliter une modification de canaux quasi transparente et comme le CMTS ne connaît pas le moment exact où le CM commutera les canaux, le CMTS duplique le flux de paquets aval dans les anciens et nouveaux canaux aval.
- e) Le CMTS envoie au CM une commande DCC-REQ.
- f) Le CM envoie une réponse DCC-RSP (départ). Il purge ensuite ses files d'attente et ses automates à états en tant que de besoin, et modifie les canaux.
- g) S'il y a eu changement de canal aval, le CM se synchronise sur le rythme des symboles en QAM, synchronise le verrouillage des trames de FEC et le verrouillage des trames MPEG.

- h) Si le CM a reçu l'ordre d'effectuer une réinitialisation, il l'effectue avec les nouveaux canaux amont et/ou aval attribués. Le CM sort du flux d'événements décrit ici et entre dans le flux d'événements décrit au § B.11.2 débutant à la reconnaissance d'un message SYNC aval.
- i) Le CM recherche un message UCD, à moins qu'il n'en ait reçu une copie.
- j) Le CM attend un message SYNC aval, à moins qu'il n'ait été invité à ne pas en attendre.
- k) Le CM collecte les messages MAP, à moins qu'il n'en dispose déjà dans sa mémoire cache.
- l) Le CM effectue la maintenance initiale et de station, à moins qu'il n'ait été invité à les omettre.
- m) Le CM reprend la transmission normale de données avec sa nouvelle attribution de ressource.
- n) Le CM envoie au CMTS un message de réponse DCC-RSP (arrivée).
- o) Le CMTS répond par un message DCC-ACK.
- p) Le CMTS supprime les réservations de QS provenant des anciens canaux. Si le flux de paquets aval a été dupliqué, la duplication de paquets sera aussi supprimée dans l'ancien canal aval.
- q) Le CM réitère sa commande DSA-REQ.
- r) Le CMTS réserve les ressources demandées et répond par un message DSA-RSP.
- s) Le CM termine par un message DSA-ACK.

Voir également les Figures B.11-58 à B.11-61.



J.112ANN.B\_F11-57

Figure B.11-57/J.112 – Exemple de flux opérationnel de modification DCC

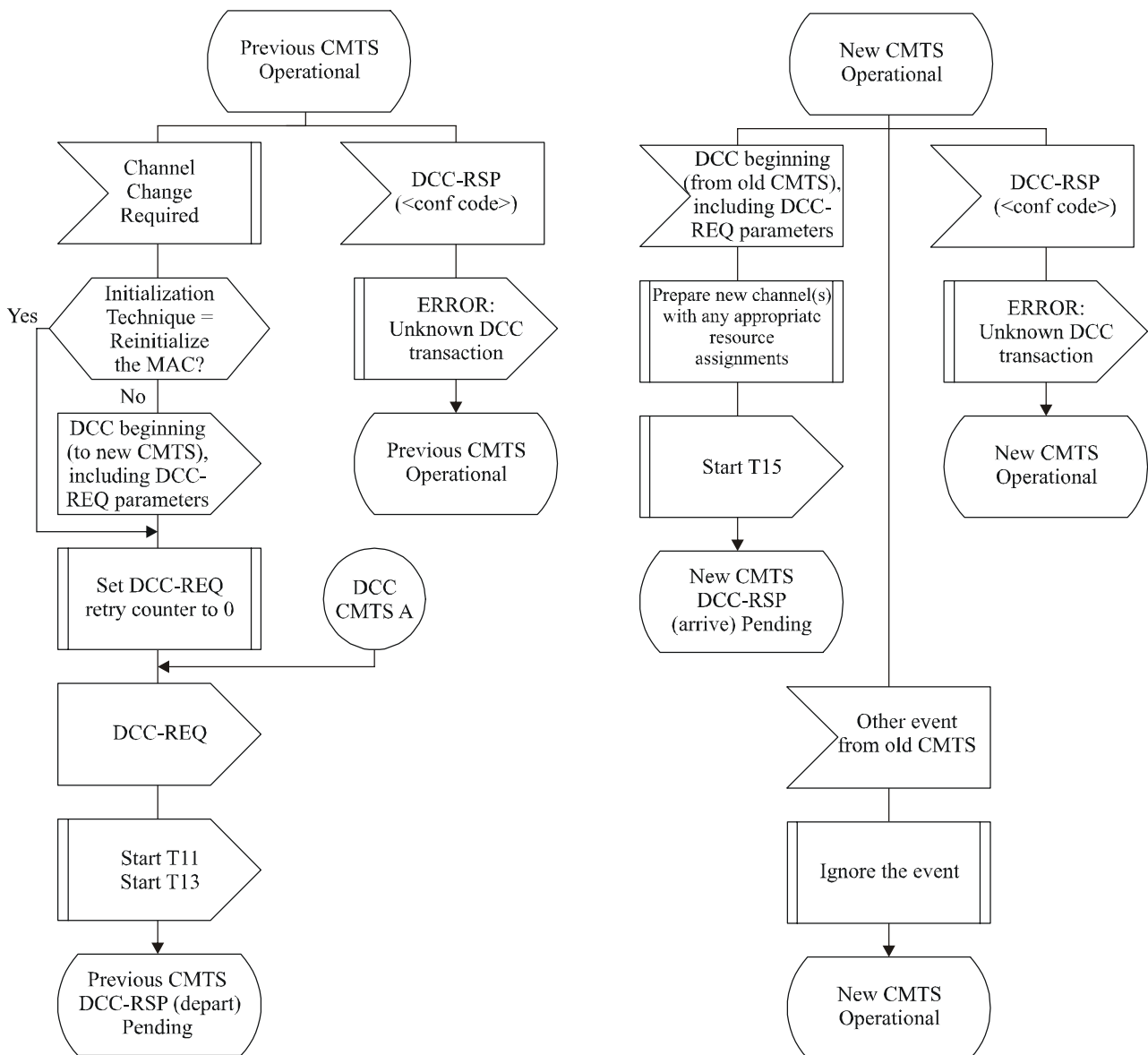
Les états pour l'ancien et le nouveau CMTS sont indiqués dans des diagrammes de flux séparés, car l'ancien et le nouveau CMTS peuvent être différents. Si les CMTS sont les mêmes (par exemple, du même domaine MAC), le CMTS aura alors à gérer concurremment les deux automates d'état.

Les diagrammes de flux montrent des points où la signalisation explicite est souhaitable entre le nouveau et l'ancien CMTS, particulièrement pour un fonctionnement presque transparent. Le mécanisme de cette signalisation est en-dehors du domaine d'application de l'Annexe B.

Noter que les diagrammes de flux pour les deux CMTS, ancien et nouveau, ont été conçus avec soin pour traiter de nombreuses conditions d'erreur, telles que:

- Si le CM ne répond pas à la demande DCC-REQ (ou répond par un code conf rejet) et n'effectue pas le changement, il lui sera alors permis de rester sur l'ancien canal. Les ressources sur le nouveau canal seront libérées (l'ancien CMTS signale l'abandon de la modification DCC au nouveau CMTS).
- Si la réponse DCC-RSP (départ) du CM est perdue, mais si le CM change et arrive sur le nouveau CMTS, celui-ci signalera que le CM est arrivé sur l'ancien CMTS, permettant ainsi le retrait des ressources.
- Si la réponse DCC-RSP (départ) du CM est reçue et que la réponse DCC-RSP (arrivée) du CM est perdue, mais que le CMTS détecte autrement la présence du CM, la transaction DCC est considérée comme réussie, et le CM est autorisé à rester sur le nouveau canal.
- Si les réponses DCC (départ) et (arrivée) du CM sont perdues, mais que le CMTS détecte autrement la présence du CM, le nouveau CMTS va signaler que le CM est arrivé sur l'ancien CMTS, lui permettant de retirer les ressources, et le CM est autorisé à rester sur le nouveau canal.
- Si la réponse DCC (départ) du CM est reçue, mais que le CM n'arrive pas, le nouveau CMTS va le détecter et supprimer les ressources après l'arrivée à expiration de T15.
- Si la réponse DCC (départ) du CM est perdue et que le CM n'arrive pas, l'ancien CMTS va signaler l'abandon de la modification DCC au nouveau CMTS, lui permettant de retirer les ressources. L'ancien CMTS va utiliser un mécanisme différent, en dehors du domaine d'application des diagrammes de flux de DCC (comme la temporisation de télémétrie) pour retirer les ressources sur les anciens canaux.
- Si le DCC-ACK du CMTS est perdu et que le compteur d'essais de DCC-RSP est arrivé à expiration, le CM va enregistrer une erreur et continuer dans l'état opérationnel.

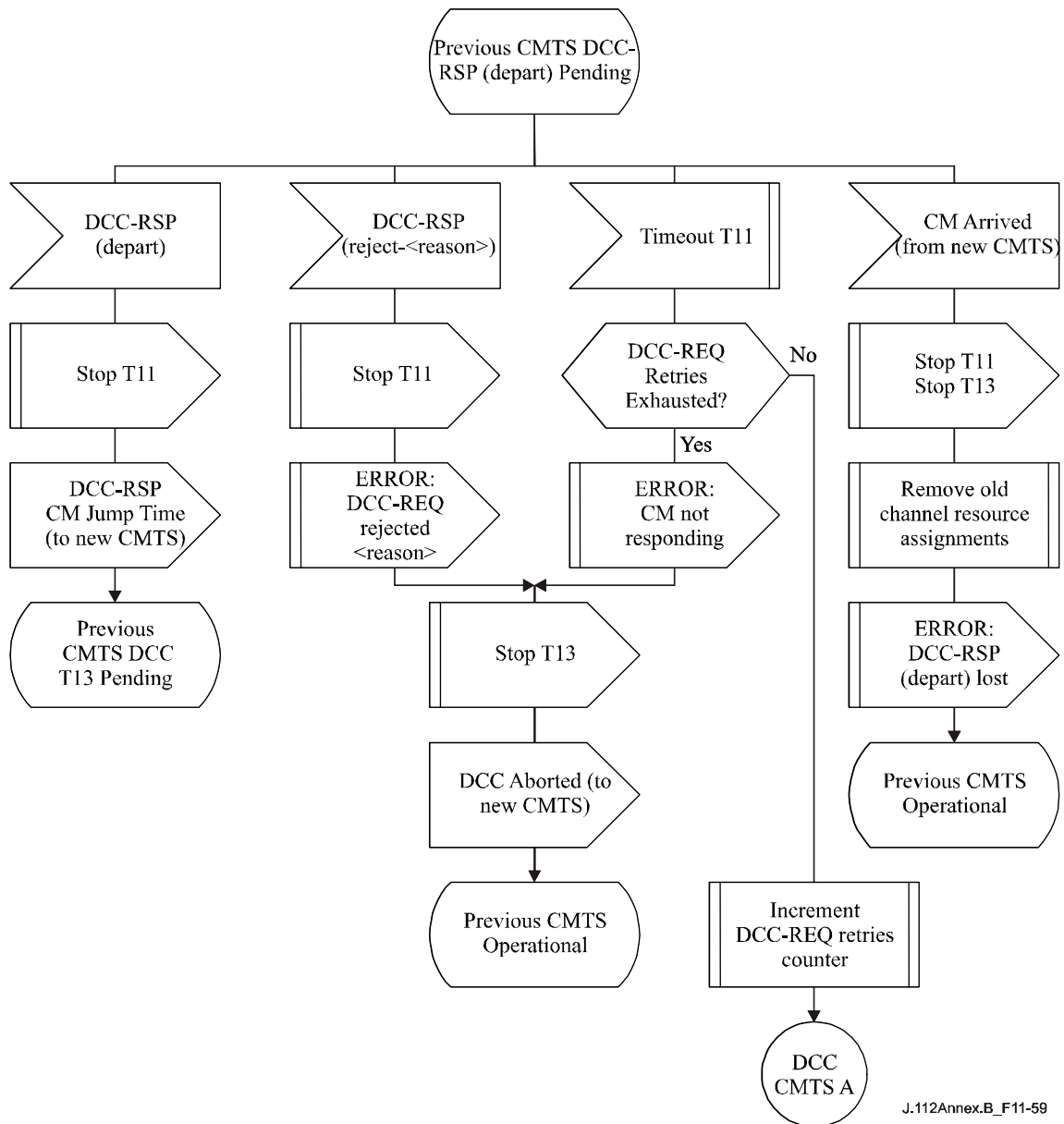
Il y a une condition de compétition qui n'est pas examinée dans les diagrammes de flux: si la réponse DCC-RSP (départ) du CM est perdue, l'ancien CMTS va signaler l'abandon de la modification DCC au nouveau CMTS. Si le modem câble est engagé dans le processus de déplacement mais n'y est pas encore arrivé, le nouveau CMTS va retirer les ressources. Cela empêchera le CM de réussir à arriver, sauf s'il est capable de terminer le saut et d'arriver en environ 1,2 s (trois essais de la demande DCC-REQ).



NOTE – Le nouveau CMTS n'est pas informé de la modification DCC si le CM rétablit la couche MAC, et il va ignorer d'autres événements qui sont envoyés par l'ancien CMTS dans d'autres états.

J.112Annex.B\_F11-58

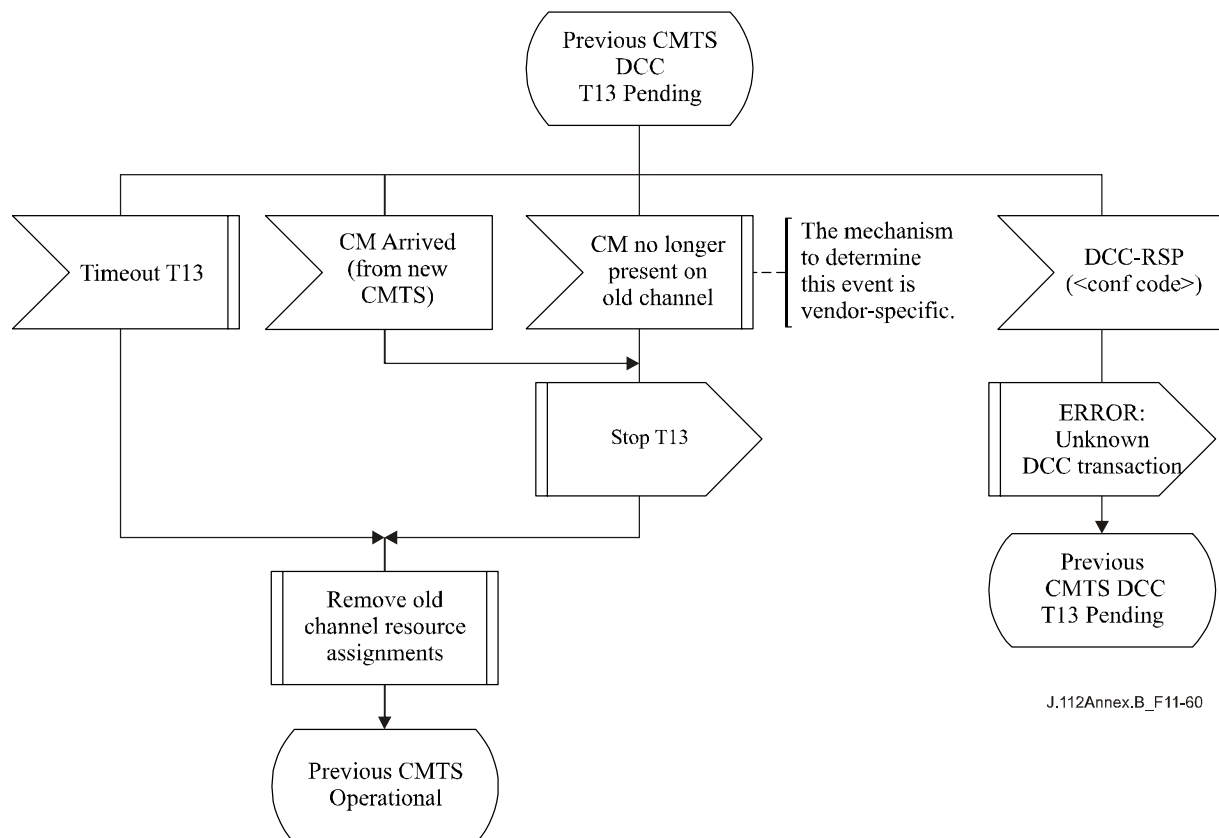
**Figure B.11-58/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CMTS, Partie 1**



J.112Annex.B\_F11-59

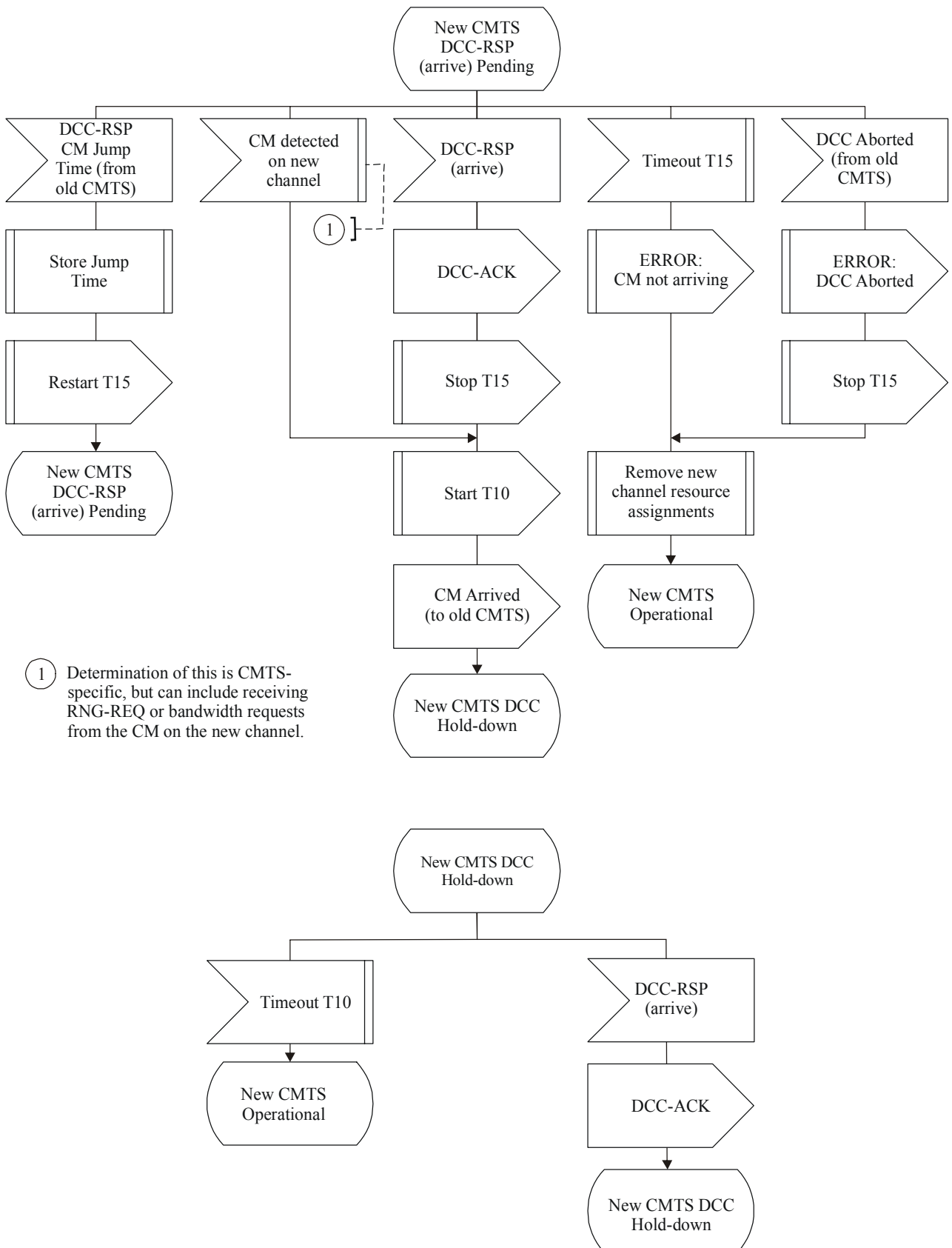
**Figure B.11-59/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CMTS, Partie 2**





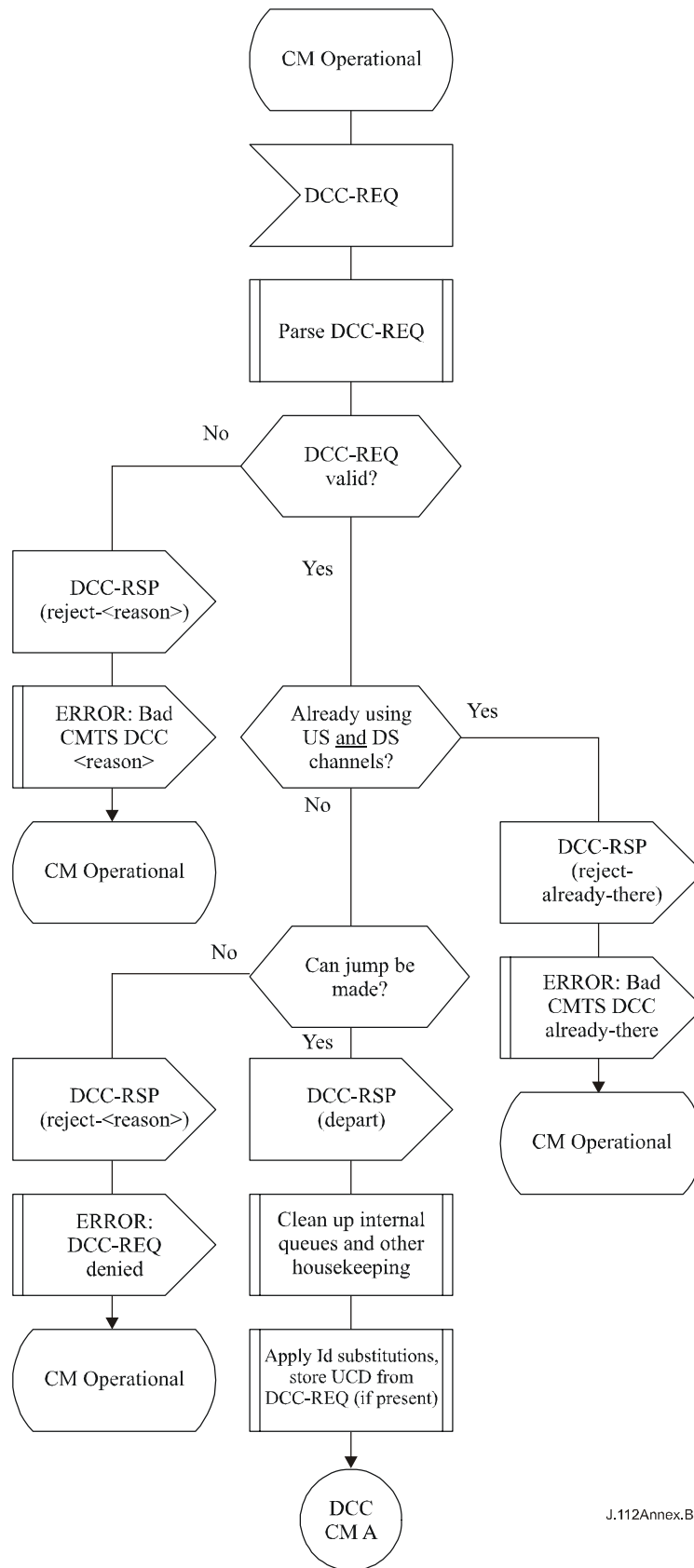
J.112Annex.B\_F11-60

**Figure B.11-60/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CMTS, Partie 3**



J.112Annex.B\_F11-61

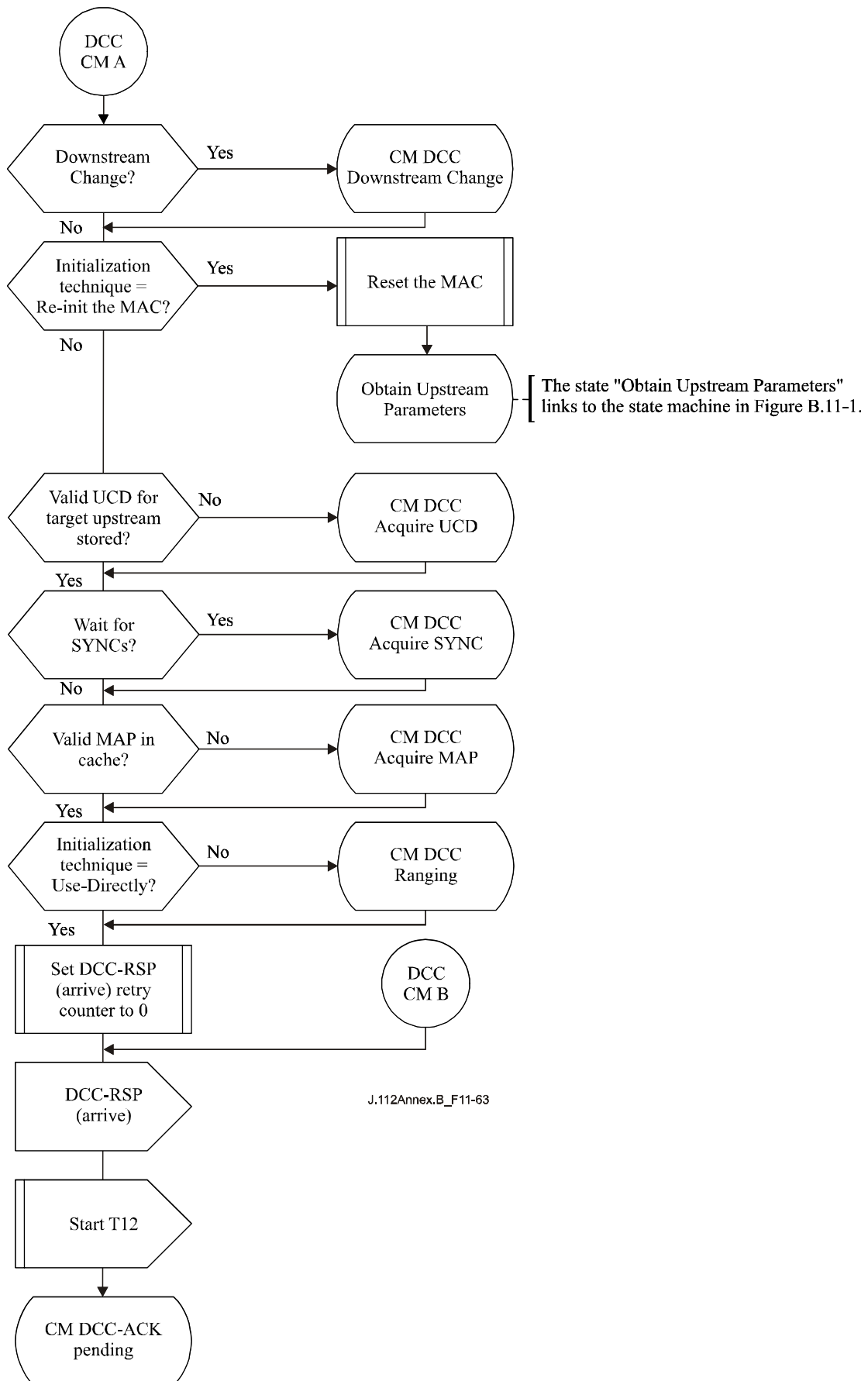
**Figure B.11-61/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CMTS, Partie 4**



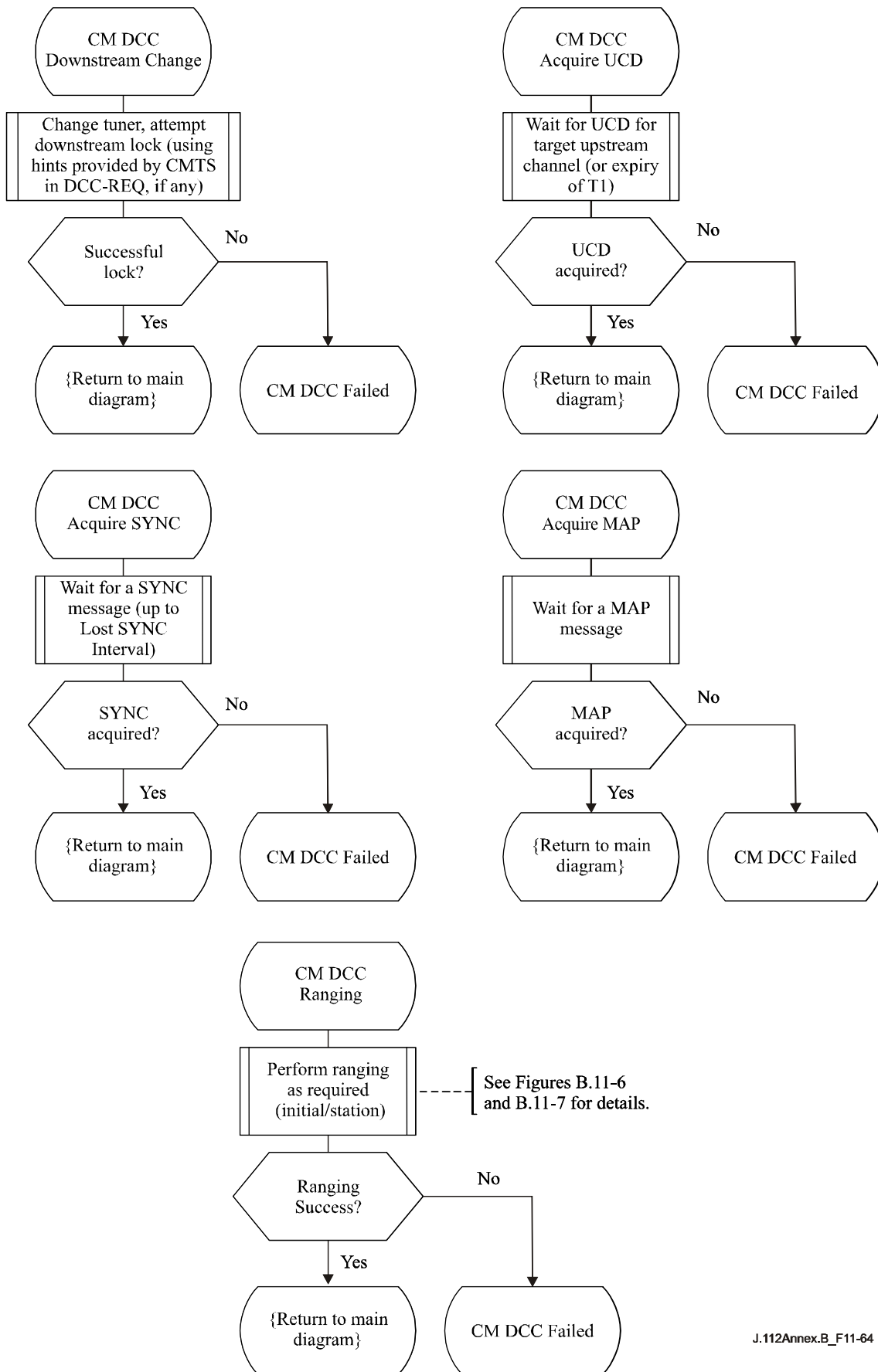
J.112Annex.B\_F11-62

NOTE – L'état "Obtenir les paramètres amont" relie à l'automate à états de la Figure B.11-1.

**Figure B.11-62/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CM, Partie 1 (Note)**

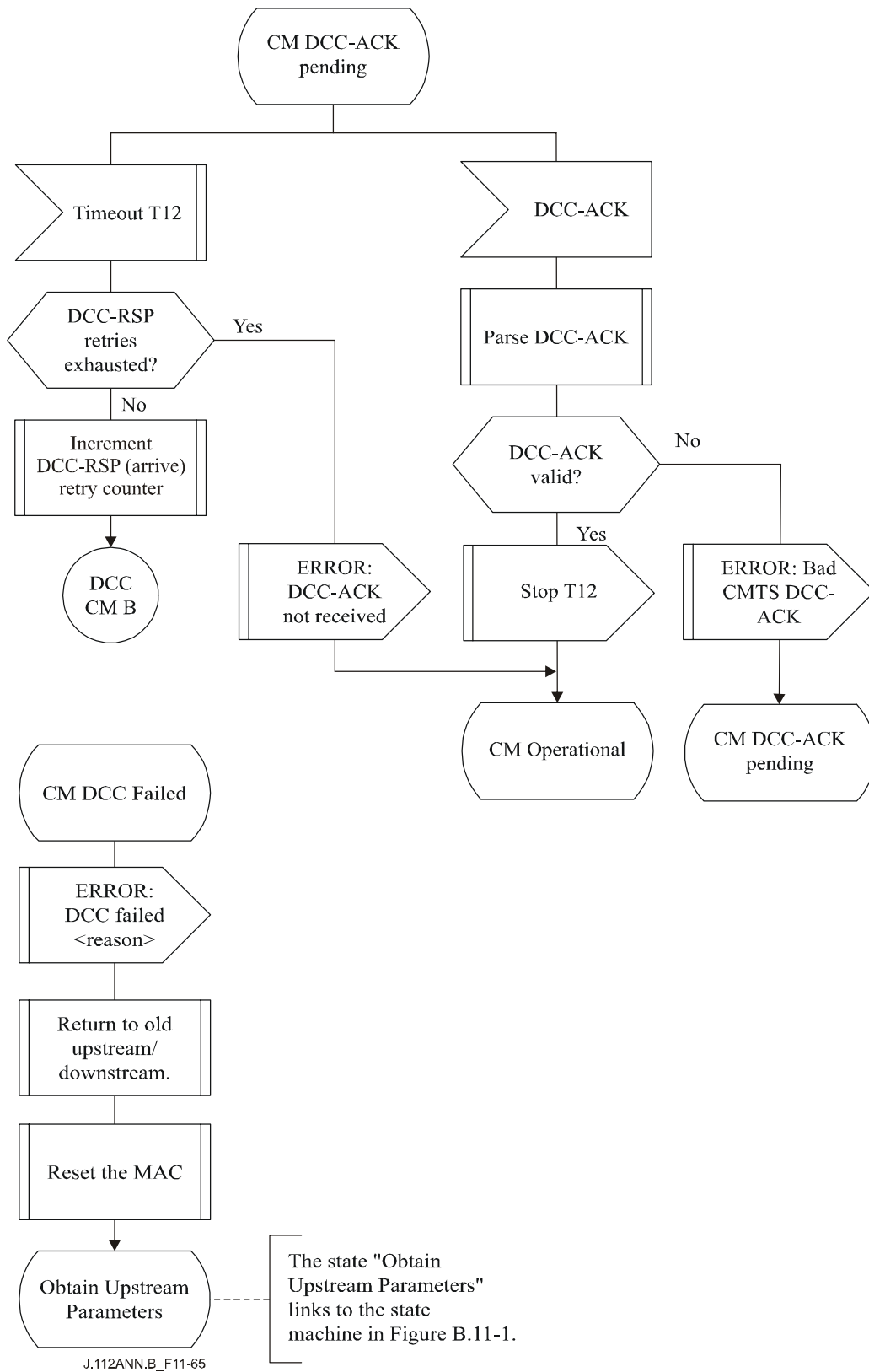


**Figure B.11-63/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CM, Partie 2**



J.112Annex.B\_F11-64

Figure B.11-64/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CM, Partie 3



**Figure B.11-65/J.112 – Modification dynamique de canaux: vue du CM, Partie 4**

### B.11.4.5.5.2 Exemple de synchronisation

#### B.11.4.5.5.2.1 Modification amont et aval – Utilisation directe du canal: le CMTS fournit tous les conseils de TLV

Dans cet exemple, le CMTS en cours envoie un message DCC-REQ qui demande que le modem câble change les deux canaux, amont et aval. Le message DCC-REQ comporte le TLV de substitution de descripteur UCD, le TLV de substitution de SYNC, les TLV de paramètres aval, et le TLV de technique d'initialisation d'une valeur de 4 (utiliser directement le canal). Le modem câble n'inclut pas le TLV d'heure de saut du CM dans la réponse DCC-RSP.

Le CMTS de destination a les paramètres locaux suivants:

- intervalle d'UCD – 1 s;
- intervalle de SYNC – 10 ms;
- intervalle de télémétrie en envoi individuel – 1 s.

Le CMTS de destination calcule la valeur du temporisateur T15. La définition de la formule utilisée pour déterminer T15 est donnée ci-dessous. Les variables utilisées dans le calcul de T15 sont expliquées au Tableau B.11-1.

$$T15 = CmJumpTime + CmRxTargetUcd + CmRxDsSync + CmtsRxRngReq$$

$$T15 = 1,3 \text{ s} + 2 \text{ s} + 20 \text{ ms} + (2,02 \text{ s}) = 5,34 \text{ s}$$

**Tableau B.11-1/J.112 – Utilisation directe du canal: le CMTS fournit tous les conseils de TLV**

Variable	Valeur	Explication
CmJumpTime	1,3 s	Comme le CM n'a pas inclus le TLV facultatif de saut, le CMTS utilisera la valeur par défaut de 1,3 s.
CmRxTargetUcd	2 s	Bien que les réglages de substitution d'UCD soient spécifiés dans la demande DCC-REQ, le CMTS ne sait pas si le CM implémente ce TLV.
CmRxDsSync	20 ms	Bien que les réglages de substitution de SYNC soient spécifiés dans la demande DCC-REQ, le CMTS ne sait pas si le CM implémente ce TLV.
CmtsRxRngReq	2,02 s = 2 × (1 s) + 20 ms	Deux fois la durée du CMTS entre les opportunités de télémétrie en envoi individuel plus 20-40 ms pour les temps de transmission du MAP et de la RNG-REQ et le temps de traitement de la RNG-REQ au CMTS.

Le modem câble se synchronise avec les paramètres aval sur le nouveau canal, applique l'UCD fourni dans la DCC-REQ, collecte les messages MAP sur le nouveau canal, et revient à la transmission de données normale sur les canaux de destination. Ceci survient dans le délai de réalisation recommandé de 1 s.

#### B.11.4.5.5.2.2 Modification amont et aval – Maintenance de station: le CMTS ne fournit pas de conseil de TLV

Dans cet exemple, le CMTS en cours envoie un message DCC-REQ qui demande que le modem câble change les deux canaux, amont et aval. Le message DCC-REQ inclut la valeur de TLV de technique d'initialisation de 2 (effectuer la maintenance de station). Le CM n'inclut pas le TLV d'heure de saut du CM dans la réponse DCC-RSP.

Le CMTS de destination a les paramètres locaux suivants:

- intervalle d'UCD – 1 s;
- intervalle de SYNC – 10 ms;
- intervalle de télémétrie en envoi individuel – 1 s.

Le CMTS de destination commence a programmer le modem câble immédiatement après avoir reçu la DCC-RSP (départ). Le CMTS de destination calcule la valeur du temporisateur T15. La définition de la formule utilisée pour déterminer T15 est données ci-dessous. Les variables utilisées dans le calcul de T15 sont expliquées dans le Tableau B.11-2.

$$T15 = CmJumpTime + CmRxTargetUcd + CmRxDsSync + CmtsRxRngReq$$

$$T15 = 1,3 \text{ s} + 2 \text{ s} + 20 \text{ ms} + (2,02 \text{ s}) = 5,34 \text{ s}$$

**Tableau B.11-2/J.112 – Maintenance de station: le CMTS ne fournit aucun conseil de TLV**

Variable	Valeur	Explication
CmJumpTime	1,3 s	Comme le CM n'a pas inclus de TLV facultatif d'heure de saut, le CMTS utilisera la valeur par défaut de 1,3 s.
CmRxTargetUcd	2 s	Deux périodes de temporisateur d'UCD du CMTS
CmRxDsSync	20 ms	Deux périodes de temporisateur de SYNC du CMTS
CmtsRxRngReq	2,02 s = 2 × (1 s) + 20 ms	Deux fois la durée du CMTS entre les opportunités de télémétrie en envoi individuel plus 20 à 40 ms pour le temps de transmission de MAP et RNG-REQ et le temps de traitement de la RNG-REQ au CMTS.

Le modem câble devrait se synchroniser aux paramètres aval sur le nouveau canal, rechercher et appliquer un message d'UCD sur le canal de destination, attendre un message SYNC aval sur le canal de destination, collecter les messages MAP sur le canal de destination, effectuer la maintenance de station sur le canal de destination, et revenir à la transmission de données normale sur les canaux de destination.

Ces événements surviennent en moins de deux secondes, ce qui est dans les limites des critères de performance acceptables. La transaction DCC est intervenue à l'intérieur des quatre secondes recommandées pour la somme du temps de saut du CM, de deux intervalles d'UCD et de deux intervalles de télémétrie (0 + 2 s + 2 s = 4 s).

### **B.11.5 Détection des fautes et reprise**

La détection des fautes et la reprise interviennent à plusieurs niveaux:

- au niveau physique, la FEC sert à corriger les erreurs chaque fois que possible – voir au § B.6 pour les détails;
- le protocole de commande MAC protège contre les erreurs grâce à l'utilisation de champs de somme de contrôle dans les deux portions d'en-tête MAC et de données du paquet – voir au § B.8 pour les détails;
- tous les messages de gestion MAC sont protégés par un CRC couvrant l'ensemble du message, comme défini au § B.8. Tout message donnant un CRC erroné DOIT être écarté par le récepteur.



Le Tableau B.11-3 montre le processus de reprise qui DOIT être choisi à la suite d'une perte de message MAC de type spécifique.

**Tableau B.11-3/J.112 – Processus de reprise sur perte de messages MAC spécifiques**

Nom du message	Suite donnée à une perte de message
SYNC	Le CM peut perdre des messages SYNC pendant une période de l'intervalle de perte de message SYNC (voir l'Annexe B.B) avant de perdre son synchronisme avec le réseau. Un CM qui a perdu son synchronisme NE DOIT PAS utiliser les canaux amont et DOIT essayer de rétablir sa synchronisation.
UCD	Au cours de l'initialisation, le CM DOIT recevoir un descripteur UCD utilisable (voir Note) avant d'émettre en amont. Si le CM, lorsqu'il se trouve dans l'état "Obtenir paramètres amont" du processus d'initialisation, ne reçoit pas de descripteur UCD utilisable dans la période temporisée par T1, il NE DOIT PAS émettre en amont et DOIT rechercher un autre canal aval. Après avoir reçu un descripteur UCD utilisable, le CM NE DOIT PAS émettre en amont s'il reçoit un UCD inutilisable ou un message MAP avec décompte UCD ne correspondant pas au décompte de changement de configuration contenu dans le dernier descripteur UCD reçu, et DOIT débiter le temporisateur T1. Si celui-ci arrive à expiration dans ces circonstances, le CM DOIT se réarmer et réinitialiser sa connexion MAC.
MAP	Un CM NE DOIT PAS émettre sans attribution valide de largeur de bande amont. Si un message MAP est manqué à cause d'une erreur, le CM NE DOIT PAS émettre pendant la période couverte par ce message MAP.
RNG-REQ RNG-RSP	Si un CM ne parvient pas à recevoir une réponse de télémétrie valide dans une période de temporisation définie après avoir émis une demande, celle-ci DOIT faire l'objet d'un certain nombre d'essais (défini dans l'Annexe B.B). L'échec de réception d'une réponse de télémétrie valide après le nombre d'essais requis DOIT provoquer le réarmement du modem et la réinitialisation de sa connexion MAC.
REG-REQ REG-RSP	Si un CM ne parvient pas à recevoir une réponse d'inscription valide dans une période de temporisation définie après avoir émis une demande, celle-ci fera l'objet d'un certain nombre d'essais (défini dans l'Annexe B.B). L'échec de réception d'une réponse d'inscription valide après le nombre d'essais requis provoquera le réarmement du modem et la réinitialisation de sa connexion MAC.
UCC-REQ UCC-RSP	Si un CMTS ne parvient pas à recevoir une réponse valide de modification de canal amont dans une période de temporisation définie après avoir émis une demande, celle-ci DOIT faire l'objet d'un certain nombre d'essais (défini dans l'Annexe B.B). L'échec de réception d'une réponse valide après le nombre d'essais requis DOIT faire que le CMTS considère le CM comme inatteignable.
NOTE – Un descripteur UCD utilisable est celui qui contient des profils conventionnels que le modem puisse comprendre. Le CM PEUT également exiger que le décompte de tableaux MAP reçus, indiqué par le descripteur UCD, corresponde au champ Décompte des changements de configuration du dernier descripteur UCD reçu avant qu'il ne considère cet UCD comme utilisable.	

L'Appendice F du document SP-OSSiv1.1 [SCTE4] contient une liste des codes d'erreur avec des informations très utiles sur les défaillances de couche PHY et MAC. De plus amples informations sont données au § B.8.2.8.

Les messages de la couche Réseau et au-dessus sont considérés par la sous-couche MAC comme étant des paquets de données protégés par le champ de CRC de chaque paquet de données. Les paquets possédant un CRC erroné sont rejetés. La reprise sur perte de tels paquets est en conformité avec le protocole de couche supérieure.

### **B.11.5.1 Prévention des transmissions non autorisées**

Un CM DEVRAIT comporter un moyen de mettre fin à une émission RF s'il détecte que sa propre porteuse est activée en continu depuis plus longtemps que la plus longue émission valide possible.

## **B.12 Prise en charge des futures capacités nouvelles de modem câble**

### **B.12.1 Téléchargement du logiciel d'exploitation de modem câble**

Un CMTS DEVRAIT avoir la capacité d'être reprogrammé à distance sur site par téléchargement de logiciel via le réseau.

Le modem câble DOIT avoir la capacité d'être reprogrammé à distance sur site par téléchargement logiciel dans le réseau. Cette capacité de téléchargement logiciel DOIT permettre de modifier les caractéristiques fonctionnelles du CM sans que le personnel du système par câble soit contraint de revenir physiquement afin de reconfigurer chaque unité. L'on s'attend que cette programmabilité sur site servira à mettre à jour le logiciel du modem câble afin d'en améliorer les performances, d'intégrer de nouvelles fonctions et caractéristiques (comme la prise en charge d'une classe de service améliorée), de corriger d'éventuels défauts de conception découverts dans le logiciel et de permettre une voie de migration afin de suivre l'évolution de la présente spécification d'interface de transmission de données par le câble.

Le mécanisme utilisé pour le téléchargement DOIT être le transfert de fichiers par protocole TFTP. Le mécanisme par lequel les transferts sont effectués et authentifiés est décrit dans [UIT-T J.125]. Le transfert DOIT être lancé de l'une des deux façons suivantes:

- un gestionnaire SNMP invite le CM à se mettre à jour;
- si le nom du fichier de mise à jour logicielle contenu dans le fichier de configuration du CM ne correspond pas à l'image logicielle actuelle du CM, celui-ci DOIT demander le fichier spécifié au serveur de logiciels via le protocole TFTP.

NOTE – L'adresse IP du serveur de logiciels est un paramètre distinct. Si cette adresse est présente, le CM DOIT essayer de télécharger le fichier spécifié à partir de ce serveur. Si elle est absente, le CM DOIT essayer de télécharger le fichier spécifié à partir du serveur de fichiers de configuration.

Le CM DOIT vérifier que l'image téléchargée lui est appropriée. Si c'est le cas, le CM DOIT écrire la nouvelle image logicielle en mémoire non volatile. Une fois le transfert de fichiers correctement effectué, le CM DOIT se réinitialiser avec la nouvelle image logicielle.

Si le CM n'est pas en mesure, pour une raison ou une autre, d'effectuer le transfert de fichiers, il DOIT rester capable d'accepter de nouvelles importations logicielles (sans interaction avec l'opérateur ou avec l'utilisateur), même si l'alimentation ou la connexité est interrompue entre les essais. Le CM DOIT consigner la défaillance et PEUT la signaler de façon asynchrone au gestionnaire du réseau.

A la suite de la mise à jour du logiciel opérationnel, le CM PEUT avoir besoin d'appliquer une des procédures de modification de canaux décrites plus haut, afin d'utiliser ses caractéristiques fonctionnelles améliorées.

Si le CM doit continuer à fonctionner avec les mêmes canaux amont et aval qu'avant la mise à jour, il DOIT être capable d'interfonctionner avec d'autres CM exploitant peut-être des versions logicielles antérieures.

Lorsque le logiciel a été mis à jour pour satisfaire à une nouvelle version de la spécification, il est essentiel qu'il DOIVE interfonctionner avec la version antérieure afin de permettre une transition progressive des unités dans le réseau.

## Annexe B.A

### Adresses courantes

#### B.A.1 Adresses MAC

Les adresses MAC sont décrites ici sont définies comme "à bit petit boutien" en utilisant la convention Ethernet/ISO/CEI 8802-3.

L'adresse en diffusion groupée ci-après DOIT être utilisée pour désigner l'ensemble de toutes les sous-couches MAC de CM. Par exemple, lors de l'émission des PDU des tableaux d'attribution:

01-E0-2F-00-00-01

La gamme d'adresses allant de:

01-E0-2F-00-00-02 à 01-E0-2F-00-00-0F

est réservée pour définition future. Les trames désignées par l'une de ces adresses NE DEVRAIENT PAS être transmises hors du domaine des sous-couches MAC.

#### B.A.2 Identifiants de service MAC

Des significations ont été attribuées aux identifiants de service MAC ci-après. Ceux qui ne figurent pas dans les paragraphes suivants sont disponibles pour une attribution, soit par le système CMTS soit par voie administrative.

##### B.A.2.1 Identifiants de service tous CM et non CM

Ces identifiants de service sont utilisés à des fins spéciales dans les tableaux MAP ou servent à indiquer que tout CM peut répondre dans l'intervalle correspondant.

- |        |  |
|--------|--|
| 0x0000 | Identifiant adressé à aucun CM. Normalement utilisé lors de la modification de paramètres de rafale amont de façon que les CM aient le temps de régler leur modulateur avant que les nouveaux réglages amont prennent effet. C'est aussi le "SID d'initialisation" utilisé par le modem câble durant la télémétrie initiale. |
| 0x3FFF | Identifiant adressé à tous les CM. Normalement utilisé pour les intervalles de demande ou de maintenance initiale en diffusion.  |

##### B.A.2.2 Identifiants de service bien connus en diffusion groupée

Ces identifiants de service ne sont utilisés que pour des éléments d'information Demande/Données. Ils indiquent que tout CM peut répondre dans un intervalle donné mais qu'il doit limiter la longueur de sa transmission à un nombre particulier de mini-intervalles (comme indiqué par l'identifiant SID en multidiffusion particulier attribué à l'intervalle).

- |                |  |
|----------------|--|
| 0x3FFF1-0x3FFE | Identifiant adressé à tous les CM. Disponible pour de petites unités PDU de données, ainsi que pour des demandes (utilisé seulement avec des éléments d'information Demande/données). Le dernier élément numérique indique comme suit la longueur de trame et les opportunités de transmission: <ul style="list-style-type: none"><li>0x3FF1 dans l'intervalle spécifié, une transmission peut commencer dans un mini-intervalle quelconque et doit être contenue dans ce seul mini-intervalle;</li><li>0x3FF2 dans l'intervalle spécifié, une transmission peut commencer dans un mini-intervalle sur deux et doit être contenue dans deux mini-intervalles (par exemple une station peut commencer la transmission dans le premier mini-intervalle de l'intervalle, dans le troisième mini-intervalle, dans le cinquième, etc.);</li></ul> |
|----------------|--|

0x3FF3 dans l'intervalle spécifié, une transmission peut commencer dans tout intervalle sur trois (par exemple au premier, au quatrième, au septième, etc.) et doit être contenue dans trois mini-intervalles;

0x3FF4 début au premier, cinquième, neuvième, etc.;

0x3FFD début au premier, quatorzième (14<sup>e</sup>), vingt-septième (27<sup>e</sup>), etc.;

0x3FFE dans l'intervalle spécifié, une transmission peut commencer à tout 14<sup>e</sup> mini-intervalle et doit être contenue dans 14 mini-intervalles.

### B.A.2.3 Identifiants de service de demande de priorité

Trois identifiants de service (0x3Exx) sont réservés pour les éléments d'information Demande (voir au § B.C.2.2.5.1).

- Si le bit 0x01 est mis, la priorité zéro peut formuler une demande.
- Si le bit 0x02 est mis, la priorité un peut formuler une demande.
- Si le bit 0x04 est mis, la priorité deux peut formuler une demande.
- Si le bit 0x08 est mis, la priorité trois peut formuler une demande.
- Si le bit 0x10 est mis, la priorité quatre peut formuler une demande.
- Si le bit 0x20 est mis, la priorité cinq peut formuler une demande.
- Si le bit 0x40 est mis, la priorité six peut formuler une demande.
- Si le bit 0x80 est mis, la priorité sept peut formuler une demande.

Les bits peuvent être combinés au gré du planificateur amont de CMTS pour tous les codes IUC de demande.

### B.A.3 Identifiant PID du format MPEG

Toutes les données DOCSIS DOIVENT être transportées dans des paquets MPEG-2 avec le champ PID d'en-tête mis à 0x1FFE.

## Annexe B.B

### Paramètres et constantes

Systeme	Nom	Référence temporelle	Valeur minimale	Valeur par défaut	Valeur maximale
CMTS	Intervalle SYNC	Durée nominale entre transmissions de messages SYNC (voir § B.8.3.2)			200 ms
CMTS	Intervalle UCD	Durée entre transmissions de messages UCD (voir § B.8.3.3)			2 s
CMTS	MAP max en instance	Nombre de mini-intervalles qu'un CMTS sera autorisé à appliquer ultérieurement (voir § B.8.3.4)			4096 durées de mini-intervalle
CMTS	Intervalle de télémétrie	Durée entre transmissions de demandes de télémétrie diffusées (voir § B.9.3.3)			2 s

Systeme	Nom	Référence temporelle	Valeur minimale	Valeur par défaut	Valeur maximale
CM	Intervalle SYNC perdu	Durée écoulée depuis la réception du dernier message SYNC avant que le synchronisme soit considéré comme perdu			600 ms
CM	Essais de télémétrie en concurrence	Nombre d'essais lors de demandes de télémétrie de concurrence (voir au § B.11.2.4)	16		
CM CMTS	Essais de télémétrie sur opportunité	Nombre d'essais lors de demandes de télémétrie sur opportunité (voir au § B.11.2.4)	16		
CM	Essais de demande	Nombre d'essais lors de demandes d'attribution de largeur de bande	16		
CM CMTS	Essais de demande/réponse d'inscription	Nombre d'essais lors de demandes/réponses d'inscription	3		
CM	Essais de données	Nombre d'essais lors d'une transmission immédiate de données	16		
CMTS	Temps de traitement d'un tableau MAP de CM	Durée écoulée entre l'arrivée du dernier bit d'un tableau MAP dans un CM et la mise en œuvre effective de ce tableau MAP (voir au § B.9.1.1)	200 µs		
CMTS	Temps de traitement d'une réponse de télémétrie de CM	Durée minimale admise pour qu'après réception d'une réponse de télémétrie un CM soit censé répondre à une demande de télémétrie proposée	1 ms		
CMTS	Configuration de CM	Durée maximale admise après réception d'un fichier de configuration pour qu'un CM envoie une demande d'inscription à un CMTS	30 s		
CM	T1	Attente de fin de temporisation UCD			5 × valeur maximale d'intervalle d'UCD
CM	T2	Attente de fin de temporisation de télémétrie diffusée			5 × intervalle de télémétrie
CM	T3	Attente de réponse de télémétrie	50 ms	200 ms	200 ms
CM	T4	Attente d'opportunité de télémétrie en envoi individuel. Si le champ d'attente d'exécution a déjà été utilisé par le modem la valeur de ce champ doit être ajoutée à cet intervalle	30 s		35 s
CMTS	T5	Attente de réponse de modification de canal amont			2 s

Système	Nom	Référence temporelle	Valeur minimale	Valeur par défaut	Valeur maximale
CM CMTS	T6	Attente de REG-RSP et REG-ACK			3 s
CM CMTS	Longueur de mini-intervalle	La longueur d'un mini-intervalle pour transmission amont doit être une puissance de 2 (en unités de marqueur de base de temps)	32 durées de symbole		
CM CMTS	Tops de base de temps	Unité temporelle du système	6,25 µs		
CM CMTS	Essais de demande de DSx	Nombre d'essais arrivés en fin de temporisation lors de demandes DSA/DSC/DSD	3		
CM CMTS	Essais de réponse de DSx	Nombre d'essais arrivés en fin de temporisation lors de réponses DSA/DSC/DSD	3		
CM CMTS	T7	Attente de fin de temporisation lors d'une réponse DSA/DSC/DSD			1 s
CM CMTS	T8	Attente de fin de temporisation lors d'un accusé de réception DSA/DSC			300 ms
CM	Début d'attente de TFTP	Valeur initiale d'attente de TFTP	1 s		
CM	Fin d'attente de TFTP	Dernière valeur d'attente de TFTP	16 s		
CM	Essais de demande TFTP	Nombre d'essais lors d'une demande de TFTP	16		
CM	Essais de téléchargement TFTP	Nombre d'essais lors d'une téléchargement TFTP complète	3		
CM	Attente de TFTP	Temps d'attente entre séquences de réessais TFTP	10 min		
CM	Essais de ToD	Nombre d'essais par période de réessais de ToD	3		
CM	Période d'essais de ToD	Durée des essais de ToD	5 min		
CMTS	T9	Temporisation d'inscription correspondant au temps imparti entre l'envoi par le CMTS d'une réponse RNG-RSP (succès) à un CM et la réception d'une demande REG-REQ issue du même CM	15 min	15 min	
CM CMTS	T10	Temporisation de fin de transaction			3 s
CMTS	T11	Attente de réponse de modification DCC dans l'ancien canal			300 ms
CM	T12	Attente d'accusé de réception de DCC			300 ms

Systeme	Nom	Référence temporelle	Valeur minimale	Valeur par défaut	Valeur maximale
CMTS	T13	Durée maximale de maintien des ressources de QS pour DCC sur l'ancien canal			1 s
CM	T14	Durée minimale s'écoulant après une commande DSx avec rejet temporaire de DCC et l'essai suivant de cette commande DSx	2 s		
CMTS	T15	Durée maximale de garde des ressources de QS pour la DCC sur le nouveau canal	2 s		35 s
CMTS	Essais de DCC-REQ	Nombre d'essais lors d'une demande de modification dynamique de canal	3		
CM	Essais de DCC-RSP	Nombre d'essais lors d'une réponse de modification dynamique de canal	3		
CM	Intervalle de DCI-REQ perdue	Temps écoulé entre l'envoi d'une demande DCI-REQ et la non-réception d'une réponse DCI-RSP			2 s
CM	Essais de DCI-REQ	Nombre d'essais de DCI-REQ avant réamorçage			16
CM	Début d'attente de DCI	Valeur initiale d'attente DCI	1 s		
CM	Fin d'attente de DCI	Dernière valeur d'attente de DCI	16 s		

## Annexe B.C

### Codages communs d'interface radioélectrique

#### B.C.1 Codages de configuration et de messagerie dans la couche MAC

Les codages de type/longueur/valeur suivants DOIVENT être utilisés aussi bien dans le fichier de configuration (voir l'Annexe B.D) que dans les demandes d'inscription de CM et dans les messages de service dynamique. Toutes les grandeurs multi-octet sont exprimées selon l'ordre des octets dans le réseau, c'est-à-dire que l'octet contenant les bits de plus fort poids est traité en premier dans la ligne.

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être pris en charge par tous les CM conformes à l'Annexe B.

##### B.C.1.1 Réglages du fichier de configuration et de l'inscription

Ces réglages sont indiqués dans le fichier de configuration et, s'ils sont présents, DOIVENT être transmis par le CM au CMTS dans sa demande d'inscription.

##### B.C.1.1.1 Réglage de configuration de la fréquence aval

C'est la fréquence de réception qu'utilisera le CM. Elle a priorité sur le canal choisi au cours d'une exploration. C'est la fréquence centrale du canal aval, exprimée en Hz et mémorisée sous la forme d'un nombre binaire de 32 bits.

Type	Longueur	Valeur
1	4	Fréquence de réception

### Gamme valide

La fréquence de réception DOIT être un multiple de 62 500 Hz.

#### B.C.1.1.2 Réglage de configuration de l'identifiant de canal amont

C'est l'identifiant du canal amont que le CM DOIT utiliser. Le CM DOIT rechercher le canal aval défini jusqu'à ce qu'il détecte un message de description de canal amont possédant cet identifiant. Cet identifiant prend le pas sur le canal choisi au cours d'une initialisation.

Type	Longueur	Valeur
2	1	Identifiant de canal

#### B.C.1.1.3 Objet de contrôle d'accès au réseau

Si le champ de valeur de ce codage est un 1, les équipements CPE associés à ce CM sont autorisés à accéder au réseau, sur la base de la mise à disposition du CM. Si la valeur de ce champ est un 0, le CM NE DOIT PAS retransmettre de trafic vers le réseau MAC RF à partir des équipements CPE raccordés, mais DOIT continuer à accepter et à générer du trafic issu du CM lui-même. La valeur de ce champ n'a pas d'incidence sur le fonctionnement des flux de service du CMTS ni sur le fonctionnement de retransmission des données du CMTS.

Type	Longueur	Marche/arrêt
3	1	1 ou 0

NOTE – Le but de l'objet de contrôle d'accès au réseau "NACO = 0" est que le CM ne retransmette de trafic à partir d'aucun équipement CPE associé au réseau par câble. (Un équipement CPE est tout dispositif client raccordé au CM, quelle que soit la façon dont ce rattachement est implémenté.) Avec la valeur 0 de l'objet NACO, le trafic de gestion vers le CM n'est cependant pas empêché. Plus précisément, lorsque l'objet NACO est désactivé, le CM reste gérable, y compris pour ce qui est du trafic de gestion d'émission/réception comme le suivant (mais sans y être limité):

- ARP: permet au modem de résoudre les adresses IP de façon qu'il puisse répondre à des interrogations ou envoyer des pièges de contrôle;
- DHCP: permet au modem de renouveler sa concession d'adresse IP;
- ICMP: permet une recherche de panne dans le réseau avec des outils tels que "ping" et "traceroute";
- ToD: permet au modem de continuer à synchroniser son horloge après amorçage;
- TFTP: permet au modem de télécharger soit un nouveau fichier de configuration soit une nouvelle image logicielle;
- SYSLOG: permet au modem de signaler des événements du réseau;
- SNMP: permet une activité de gestion.



Dans la spécification DOCSIS 1.1, avec l'objet NACO désactivé, les flux de service primaires en amont et en aval du CM ne restent opérationnels que pour le trafic de gestion à destination ou en provenance du CM. En ce qui concerne la mise à disposition selon la spécification DOCSIS 1.1, un CMTS ne devrait pas tenir compte de la valeur de l'objet NACO et devrait attribuer tous les flux de service autorisés par le serveur de mise à disposition.

#### **B.C.1.1.4 Réglage de configuration de la classe de service DOCSIS 1.0**

Ce champ définit les paramètres associés à une classe de service DOCSIS 1.0. Tout CM s'inscrivant avec un réglage de configuration de la classe de service DOCSIS 1.0 DOIT être traité comme un CM DOCSIS 1.0. Voir au § B.8.3.8.

Ce champ définit les paramètres associés à une classe de service. Il est un peu complexe car il est composé d'un certain nombre de champs TLV encapsulés qui définissent les paramètres de classe de service propres à la classe de service en question. Noter que les champs de type définis ne sont valides qu'à l'intérieur de la chaîne de réglage de configuration de classe de service encapsulée. Un même réglage de configuration de classe de service sert à définir les paramètres d'une classe de service donnée. Plusieurs définitions de classe utilisent plusieurs ensembles de réglage de configuration de classe de service.

Type	Longueur	Valeur
4	n	

##### **B.C.1.1.4.1 Identifiant de classe**

La valeur de ce champ spécifie l'identifiant de la classe de service à laquelle la chaîne encapsulée s'applique.

Type	Longueur	Valeur
4.1	1	

##### **Gamme valide**

L'identifiant de classe DOIT être compris dans la gamme de 1 à 16.

##### **B.C.1.1.4.2 Réglage de configuration du débit aval maximal**

Dans le cas d'un modem à identifiant SID unique, la valeur de ce champ spécifie le débit aval maximal en bits par seconde auquel le CMTS est autorisé à retransmettre vers l'équipement CPE des adresses de commande MAC en envoi individuel, acquises ou configurées pour application au modem qui s'inscrit.

Dans le cas d'un modem à identifiants SID multiples, la valeur agrégée de ces champs spécifie en bits par seconde le débit aval maximal auquel le CMTS est autorisé à retransmettre vers l'équipement CPE des adresses de commande MAC en envoi individuel, acquises ou configurées pour application au modem qui s'inscrit.

Ce champ contient la valeur de crête du débit des données d'unités PDU de paquet (y compris l'adresse MAC de destination et le CRC) dans un intervalle de 1 s, compte non tenu des paquets destinés à des adresses de commande MAC en diffusion ou multidiffusion. Le système CMTS DOIT limiter la retransmission aval à ce débit. Il PEUT retarder, plutôt qu'abandonner, les paquets dépassant cette limite.

Type	Longueur	Valeur
4.2	4	

NOTE – Il s'agit d'une limite et non pas d'une garantie que ce débit est disponible.

#### **B.C.1.1.4.3 Réglage de configuration du débit amont maximal**

La valeur de ce champ spécifie en bits par seconde le débit amont maximal auquel le CM est autorisé à retransmettre vers le réseau RF.

Ce champ contient la valeur de crête du débit numérique des données d'unités PDU de paquet (y compris l'adresse de destination et le CRC) dans un intervalle de 1 s. Le CM DOIT limiter à ce débit toutes les retransmissions (aussi bien en concurrence que sur la base de réservation) pour l'identifiant SID correspondant. Lors du calcul de ce débit, le CM DOIT inclure les paquets de données de PDU de paquet envoyés à des adresses en diffusion ou multidiffusion.

Le CM DOIT appliquer le débit amont maximal. Il NE DEVRAIT PAS écarter de trafic amont simplement parce que ce débit est dépassé.

Le CMTS DOIT appliquer cette limite à toutes les transmissions de données vers l'amont, y compris les données envoyées en concurrence. Le CMTS DEVRAIT émettre une alarme si un modem dépasse son débit admissible.

Type	Longueur	Valeur
4.3	4	

NOTE 1 – L'objet de ce paramètre est que le CM effectue une mise en forme du trafic à l'entrée du réseau RF et que le CMTS effectue une régulation du trafic afin de garantir que le CM ne dépasse pas cette limite.

Le CMTS peut appliquer cette limite en suivant l'une des méthodes ci-après:

- a) mise à l'écart des demandes dépassant la limite;
- b) mise en attente de l'attribution (par des attributions de longueur nulle) jusqu'à ce qu'elle soit conforme à la limite autorisée;
- c) mise à l'écart des paquets de données dépassant la limite de débit;
- d) signalisation (par exemple, au moyen du mécanisme d'alarme) des CM aberrants à un moniteur de politique capable de les invalider.

NOTE 2 – Il s'agit d'une limite et non pas d'une garantie que ce débit est disponible.

#### **B.C.1.1.4.4 Réglage de configuration de priorité de canal amont**

La valeur de ce champ spécifie la priorité relative attribuée à la classe de service considérée pour la transmission de données dans le canal amont. Les numéros plus élevés indiquent une priorité plus élevée.

Type	Longueur	Valeur
4.4	1	

#### **Gamme valide**

0 → 7

#### B.C.1.1.4.5 Réglage de configuration du débit minimal garanti dans le canal amont

La valeur de ce champ spécifie en bits par seconde le débit de données qui sera garanti dans le canal amont pour cette classe de service.

Type	Longueur	Valeur
4.5	4	

#### B.C.1.1.4.6 Réglage de configuration de rafale maximale d'émission dans le canal amont

La valeur de ce champ spécifie (en octets) la rafale maximale d'émission à laquelle la classe de service considérée est autorisée dans le canal amont. Une valeur nulle signifie l'absence de limite.

NOTE – Cette valeur n'inclut aucune redondance de couche Physique.

Type	Longueur	Valeur
4.6	2	

#### B.C.1.1.4.7 Activation de la confidentialité de la classe de service

Ce réglage de configuration active/désactive la confidentialité de base dans une classe de service mise à disposition. Voir [SCTE2].

Type	Longueur	Active/Désactive
4.7 (= CoS_BP_ENABLE)	1	1 ou 0

Tableau B.C-1/J.112 – Exemple de codage de classe de service DOCSIS 1.0

Type	Longueur	Valeur de (sous-) type	Longueur	Valeur	
4	28	1	1	1	<b>Réglage de configuration de classe de service</b> Classe de service 1
		2	4	10 000 000	Débit aval maximal de 10 Mbit/s
		3	4	300 000	Débit amont maximal de 300 kbit/s
		4	1	5	Priorité de voie de retour de 5
		5	4	64 000	Débit minimal garanti de 64 kbit/s
		6	2	1518	Rafale maximale en émission de 1518 octets
4	28	1	1	2	<b>Réglage de configuration de classe de service</b> Classe de service 2
		2	4	5 000 000	Débit amont maximal de 5 Mbit/s
		3	4	300 000	Débit maximal de retour de 300 Mbit/s
		4	1	3	Priorité de voie de retour de 3
		5	4	32 000	Débit minimal garanti de 32 kbit/s
		6	2	1518	Rafale maximale en émission de 1518 octets

### B.C.1.1.5 Réglage de configuration de la vérification d'intégrité de message (MIC) au CM

La valeur de ce champ contient le code de vérification d'intégrité de message (MIC, *message integrity check*) dans le CM. Il sert à détecter une modification non autorisée ou une corruption du fichier de configuration.

Type	Longueur	Valeur
6	16	d1, d2,...,d16

### B.C.1.1.6 Réglage de configuration de la vérification d'intégrité de message (MIC) au CMTS

La valeur de ce champ contient le code de vérification d'intégrité de message dans le CMTS. Il sert à détecter une modification non autorisée ou une corruption du fichier de configuration.

Type	Longueur	Valeur
7	16	d1, d2,...,d16

### B.C.1.1.7 Nombre maximal d'équipements CPE

C'est le nombre maximal d'équipements CPE auxquels peut être attribué l'accès par l'intermédiaire d'un CM au cours d'une phase de CM. La phase de CM est (d'après le § B.5.1.2.3.1) la durée qui s'écoule entre le démarrage et la réinitialisation par commutation d'alimentation du CM. Le nombre maximal d'équipements CPE DOIT être respecté par le CM.

NOTE 1 – Il ne faut pas confondre ce paramètre avec le nombre d'adresses d'équipement CPE qu'un CM peut acquérir. Un modem peut acquérir un nombre d'adresses MAC Ethernet inférieur ou égal à son nombre maximal d'adresses d'équipement CPE (d'après le § B.5.1.2.3.1). Le nombre maximal d'équipements CPE auxquels l'accès est donné par le modem est régi par ce réglage de configuration.

Type	Longueur	Valeur
18	1	

Le CM DOIT interpréter cette valeur comme un entier non signé. L'absence de cette option, ou la valeur 0, DOIT être interprétée comme étant la valeur par défaut de 1.

NOTE 2 – C'est une limite sur le nombre maximal des équipements CPE auxquels un CM donnera accès. Les contraintes matérielles d'un modèle de modem donné pourront lui imposer d'utiliser une valeur inférieure.

### B.C.1.1.8 Horodatage du serveur TFTP

Ce champ indique (en secondes) l'heure d'envoi du fichier de configuration. La définition de l'heure est conforme à [RFC 868].

Type	Longueur	Valeur
19	4	Nombre de secondes écoulées depuis 00:00 1 Jan 1900

NOTE – L'objet de ce paramètre est d'empêcher des attaques par répétition avec d'anciens fichiers de configuration.

#### **B.C.1.1.9 Adresse de modem mise à disposition par le serveur TFTP**

Ce champ indique l'adresse du modem qui demande le fichier de configuration.

Type	Longueur	Valeur
20	4	Adresse IP

NOTE – L'objet de ce paramètre est d'empêcher l'imitation d'adresse IP au cours de l'inscription.

#### **B.C.1.1.10 Réglage de configuration de la classification des paquets amont**

Ce champ définit les paramètres associés à une entrée dans une liste de classification du trafic amont. Voir au § B.C.2.1.1.

Type	Longueur	Valeur
22	n	

#### **B.C.1.1.11 Réglage de configuration de la classification des paquets aval**

Ce champ définit les paramètres associés à un classificateur dans une liste de classification du trafic aval. Voir au § B.C.2.1.2.

Type	Longueur	Valeur
23	n	

#### **B.C.1.1.12 Codages de flux de service amont**

Ce champ définit les paramètres associés à la programmation amont pour un flux de service donné. Voir au § B.C.2.2.1.

Type	Longueur	Valeur
24	n	

#### **B.C.1.1.13 Codages de flux de service aval**

Ce champ définit les paramètres associés à la programmation aval pour un flux de service donné. Voir au § B.C.2.2.2.

Type	Longueur	Valeur
25	n	

#### **B.C.1.1.14 Suppression d'en-tête de charge utile**

Ce champ définit les paramètres associés à la suppression d'en-tête de charge utile.

Type	Longueur	Valeur
26	n	

### B.C.1.1.15 Nombre maximal de classificateurs

Ce champ indique le nombre maximal de classificateurs associés aux flux de service amont admis ou activés que le CM a été autorisé à avoir. Les classificateurs actifs et inactifs sont tous deux inclus dans le compte.

Cette information est utile lors de l'utilisation de l'activation différée de ressources mises à disposition. Le nombre de flux de service mis à disposition peut être élevé et chaque flux de service peut prendre en charge plusieurs classificateurs. La mise à disposition représente l'ensemble des flux de service parmi lesquels le CM peut choisir. Le CMTS peut exercer un contrôle sur les ressources de qualité de service déléguées au modem câble en limitant le nombre de flux de service qui sont admis. Cependant, il peut rester souhaitable de limiter le nombre de classificateurs associés à ces ressources de qualité de service déléguées. Ce paramètre offre cette limite.

Type	Longueur	Valeur
28	2	Nombre maximal de classificateurs actifs et inactifs associés aux flux de service amont admis ou actifs.

La valeur par défaut DOIT être 0 = pas de limite.

### B.C.1.1.16 Activation de la confidentialité

Ce réglage de configuration active/désactive la confidentialité de base [UIT-T J.125] dans le flux de service primaire et dans tous les autres flux de service pour ce CM. Si un modem câble DOCSIS 1.1 reçoit ce réglage dans un fichier de configuration, il est obligé de transmettre ce réglage au titre de la demande d'inscription (REG-REQ) comme spécifié au § B.8.3.7 sans considérer si le fichier de configuration est ou non de style DOCSIS 1.1, alors que ce réglage n'est habituellement contenu que dans un fichier de configuration de style DOCSIS 1.1 avec des TLV de flux de service DOCSIS 1.1.

Type	Longueur	Valeur
29	1	0: désactiver 1: activer

La valeur par défaut de ce paramètre DOIT être 1 (confidentialité activée).

### B.C.1.1.17 Informations spécifiques du fournisseur

Les informations spécifiques du fournisseur concernant les modems câble DOIVENT, si elles sont présentes, être codées dans le champ d'informations spécifiques du fournisseur (VSIF, *vendor-specific information field*) (code 43) au moyen du champ d'identifiant de fournisseur (voir au § B.C.1.3.2) afin de spécifier les nuplets de TLV qui s'appliquent à chaque produit de fournisseur. L'identifiant de fournisseur DOIT être le premier TLV incorporé dans le champ VSIF. Si le premier TLV d'un champ VSIF n'est pas un identifiant de fournisseur, le TLV DOIT être écarté.

Ce réglage de configuration PEUT apparaître plusieurs fois. Le même identifiant de fournisseur PEUT apparaître plusieurs fois. Ce réglage de configuration PEUT être imbriqué dans un réglage de configuration de classification de paquet, dans un réglage de configuration de flux de service ou dans une réponse de flux de service. Cependant, il NE DOIT PAS y avoir plus d'un TLV d'identifiant de fournisseur dans un même champ VSIF.

Type	Longueur	Valeur
43	n	Définition par le fournisseur

## EXEMPLE:

configuration avec champs spécifiques du fournisseur A et du fournisseur B:

VSIF (43) + n (nombre d'octets contenus dans ce champ VSIF)

8 (type d'identifiant de fournisseur) + 3 (champ de longueur) + identifiant du fournisseur A

Type spécifique n° 1 du fournisseur A + longueur du champ + valeur n° 1

Type spécifique n° 2 du fournisseur A + longueur du champ + valeur n° 2

VSIF (43) + m (nombre d'octets contenus dans ce champ VSIF)

8 (type d'identifiant de fournisseur) + 3 (champ de longueur) + identifiant du fournisseur B

Type spécifique du fournisseur B + longueur du champ + valeur

### B.C.1.1.18 TLV de gestion d'abonné

Les informations contenues dans ces TLV ne sont pas utilisées par le CM mais par le système CMTS afin d'alimenter la base MIB de gestion d'abonné pour ce CM.

Le CM DOIT inclure ces TLV, s'ils sont présents dans le fichier de configuration, dans la prochaine demande REG-REQ qui sera émise par le CMTS afin d'alimenter la base MIB de gestion d'abonné pour ce CM. Le CM DOIT inclure ces TLV, s'ils sont présents dans le fichier de configuration, dans la vérification MIC du CMTS.

#### B.C.1.1.18.1 Commande de gestion d'abonné

Ce champ de trois octets fournit au CMTS des informations de commande destinées à la base MIB de gestion d'abonné. Les deux premiers octets représentent le nombre d'adresses IP autorisées derrière le CM. Le troisième octet est occupé par les champs de commande.

Type	Longueur	Valeur
35	3	octets 1 et 2: docsSubMgtCpeControlMaxCpeIP (10 bits de plus faible poids) octet 3, bit 0: docsSubMgtCpeControlActive octet 3, bit 1: docsSubMgtCpeControlLearnable octet 3, bits 2 à 7: réservés, doivent être mis à zéro

#### B.C.1.1.18.2 Tableau des adresses IP d'équipement CPE de gestion d'abonné

Ce champ énumère les adresses IP servant à remplir le tableau docsSubMgtCpeIpTable dans la base MIB de gestion d'abonné du CMTS.

Type	Longueur	Valeur
36	n (multiple de 4)	Ipa1, Ipa2, Ipa3, Ipa4

### B.C.1.1.18.3 Groupes de filtres de gestion d'abonné

La base MIB de gestion d'abonné permet d'attribuer des groupes de filtres à un CM ainsi qu'aux équipements qui lui sont rattachés. Il s'agit de deux groupes de filtres, amont et aval, de CM et de deux groupes de filtres, amont et aval, d'équipement CPE. Ces quatre groupes de filtres sont codés dans le fichier de configuration sous la forme d'un seul TLV comme suit:

Type	Longueur	Valeur
37	8	octets 1, 2: docsSubMgtSubFilterDownstream group octets 3, 4: docsSubMgtSubFilterUpstream group octets 5, 6: docsSubMgtCmFilterDownstream group octets 7, 8: docsSubMgtCmFilterUpstream group

### B.C.1.2 Réglages spécifiques du fichier de configuration

Ces réglages ne se trouvent que dans le fichier de configuration. Ils NE DOIVENT PAS être transmis au CMTS dans la demande d'inscription.

#### B.C.1.2.1 Marqueur de fin de données

C'est un marqueur spécial de fin de données. Il n'a ni champ de longueur ni champ de valeur.

Type	Longueur	Valeur
255		

#### B.C.1.2.2 Réglage de configuration du bourrage

Il n'a ni champ de longueur ni champ de valeur et n'est utilisé qu'à la suite du marqueur de fin de données afin de bourrer le fichier jusqu'à un nombre entier de mots de 32 bits.

Type	Longueur	Valeur
0		

#### B.C.1.2.3 Nom du fichier de mise à jour des logiciels

C'est le nom du fichier de mise à jour des logiciels pour le CM. Ce nom de fichier est un nom pleinement qualifié de chemin de répertoire d'accès. Ce fichier est censé résider dans un serveur TFTP identifié par une option de réglage de configuration définie au § B.D.2.2. Voir au § B.12.1.

Type	Longueur	Valeur
9	n	Nom de fichier

#### B.C.1.2.4 Commande SNMP d'accès en écriture

Cet objet permet de désactiver l'accès à des objets individuels de base MIB par une commande "Set" du protocole SNMP. Chaque instance de cet objet commande l'accès à tous les objets de base MIB accessibles en écriture, dont le préfixe identifiant d'objet (OID, *object identifier*) est concordant. Cet objet peut être répété afin de désactiver l'accès à un nombre quelconque d'objets MIB.

Type	Longueur	Valeur
10	n	Préfixe OID plus fanion de commande



Où n est la longueur du codage selon les règles de codage de base ASN.1 [ISO/CEI 8825-1] du préfixe OID plus un octet pour le fanion de commande.

Le fanion de commande peut prendre les valeurs suivantes:

0: accès en écriture autorisé;

1: accès en écriture non autorisé.

Tout préfixe OID peut être utilisé. L'OID néant 0.0 peut servir à commander l'accès à tous les objets MIB. (L'OID 1.3.6.1 aura le même effet.)

Lorsque plusieurs instances de cet objet sont présentes et se chevauchent, c'est le préfixe le plus long (le plus spécifique) qui a priorité, comme dans l'exemple ci-après:

someTable accès en écriture non autorisé

someTable.1.3 accès en écriture autorisé

Dans cet exemple, l'accès en écriture est interdit à tous les objets dans someTable, sauf pour someTable.1.3.

### B.C.1.2.5 Objet MIB dans SNMP

Cet objet permet d'établir des objets MIB de SNMP arbitraires par le processus d'inscription TFTP.

Type	Longueur	Valeur
11	n	Association variable

Où la valeur est une association VarBind du protocole SNMP telle que définie dans [RFC 1157]. L'association VarBind est codée selon les règles de codage de base de l'ASN.1, exactement comme ce serait le cas si elle faisait partie d'une demande Set (*établir*) SNMP.

Le modem câble DOIT traiter cet objet comme s'il faisait partie d'une demande Set SNMP avec les restrictions suivantes:

- il DOIT traiter la demande comme étant pleinement autorisée (il ne peut pas la refuser en raison d'une insuffisance de ses prérogatives);
- les dispositions SNMP de commande d'écriture (voir au paragraphe précédent) ne sont pas applicables;
- aucune réponse SNMP n'est générée par le CM.

Cet objet PEUT être répété avec différentes valeurs de VarBind afin d'un certain nombre d'objets de MIB. Toutes ces commandes "établir" doivent être traitées comme si elles étaient simultanées.

Chaque valeur de VarBind DOIT être limitée à 255 octets.

### B.C.1.2.6 Adresse de commande MAC d'équipement CPE dans un réseau Ethernet

Cet objet configure le CM avec l'adresse MAC Ethernet d'un équipement CPE (voir au § B.5.1.2.3.1). Cet objet peut être répété afin de configurer un nombre quelconque d'adresses d'équipement CPE.

Type	Longueur	Valeur
14	6	Adresse MAC Ethernet d'équipement CPE

### B.C.1.2.7 Serveur TFTP de mise à jour des logiciels

C'est l'adresse IP du serveur TFTP où réside le fichier de mise à jour logicielle pour le CM. Voir aux § B.12.1 et B.C.1.2.3.

Type	Longueur	Valeur
21	4	ip1, ip2, ip3, ip4

### B.C.1.2.8 Valeur de démarrage SnmpV3

Les CM conformes DOIVENT interpréter le TLV suivant ainsi que ses sous-éléments et être capables de lancer l'accès SNMPv3 au CM, que celui fonctionne en mode 1.0 ou 1.1.

Type	Longueur	Valeur
34	n	Composite

Jusqu'à cinq de ces objets peuvent être inclus dans le fichier de configuration. Chacun d'eux ajoute une rangée aux tableaux usmDHKickstartTable et usmUserTable et fait établir un numéro public d'agent pour ces rangées.

#### B.C.1.2.8.1 Nom sécurisé du démarrage de SnmpV3

Type	Longueur	Valeur
34.1	2-16	Nom sécurisé en codage UTF8

Dans le jeu de caractères ASCII, les codages UTF8 et ASCII sont identiques. Normalement, cela sera spécifié par l'indication d'un des utilisateurs USM intégrés de DOCSIS, comme "docsisManager", "docsisOperator", "docsisMonitor" ou "docsisUser". Le nom sécurisé N'EST PAS terminé par zéro. Cela est indiqué dans le tableau usmDHKickStartTable par l'élément usmDHKickStartSecurityName et, dans le tableau usmUserTable, par les éléments usmUserName et usmUserSecurityName.

#### B.C.1.2.8.2 Numéro public de gestionnaire de démarrage SnmpV3

Type	Longueur	Valeur
34.2	n	Nombre public Diffie-Helman du gestionnaire exprimé en chaîne d'octets

Ce nombre est le numéro public Diffie-Helman qui est déduit d'un nombre aléatoire produit de façon privée (par le gestionnaire ou par l'opérateur) et transformé conformément à [RFC 2786]. Ce numéro est inséré dans le tableau usmDHKickStartTable comme usmKickstartMgrPublic. Combiné avec l'objet usmKickstartMyPublic disposé dans la même rangée, ce numéro peut servir à calculer les clés dans la rangée correspondante du tableau usmUserTable.

#### B.C.1.2.9 Certificat de vérification du code de constructeur

Le certificat de vérification du code de constructeur (M-CVC, *manufacturer's code verification certificate*) est spécifié par l'Annexe D de [UIT-T J.125] pour le téléchargement sécurisé de logiciels. Le fichier de configuration du CM DOIT contenir ce M-CVC et/ou le C-CVC défini au § B.C.1.2.10 afin que le CM conforme au mode 1.1 puisse télécharger le fichier du code auprès du serveur TFTP, que ce CM ait été mis à disposition pour fonctionner avec interface BPI, BPI+ ou sans l'une ni l'autre. Voir les précisions à l'Annexe D de [UIT-T J.125].

Type	Longueur	Valeur
32	n	CVC du constructeur (en ASN.1 à codage DER)

Si la longueur du M-CVC dépasse 254 octets, il DOIT être fragmenté en deux ou plus éléments successifs de type 32. Chaque fragment, sauf le dernier, DOIT être long de 254 octets. Le CM reconstruit le certificat M-CVC en enchaînant le contenu (valeur du TLV) des éléments de type 32 successifs, dans l'ordre de leur apparition dans le fichier de configuration. Par exemple, le premier octet qui suit le champ de longueur du deuxième élément de type 32 est traité comme s'il suivait immédiatement le dernier octet du premier élément de type 32.

#### **B.C.1.2.10 Certificat de vérification du code de cosignataire**

Le certificat de vérification du code de cosignataire (C-CVC, *co-signer's code verification certificate*) est spécifié par l'Annexe D de [UIT-T J.125]. Le fichier de configuration du CM DOIT contenir ce C-CVC et/ou le M-CVC défini au § B.C.1.2.9 afin que le CM conforme au mode 1.1 puisse télécharger le fichier du code auprès du serveur TFTP, que ce CM ait été mis à disposition pour fonctionner avec interface BPI, BPI+ ou aucune des deux. Voir les précisions à l'Annexe D de [UIT-T J.125].

Type	Longueur	Valeur
33	n	CVC du cosignataire (en ASN.1 à codage DER)

Si la longueur du C-CVC dépasse 254 octets, ce certificat DOIT être fragmenté en deux ou plus éléments successifs de type 33. Chaque fragment, sauf le dernier, DOIT être long de 254 octets. Le CM reconstruit le certificat C-CVC en enchaînant le contenu (valeur du TLV) d'éléments de type 33 successifs, dans l'ordre de leur apparition dans le fichier de configuration. Par exemple, le premier octet qui suit le champ longueur du deuxième élément de type 33 est traité comme s'il suivait immédiatement le dernier octet du premier élément de type 33.

#### **B.C.1.2.11 Receveur de notification SnmpV3**

Ce TLV spécifie une station de gestion de réseau qui recevra les notifications provenant du modem lorsqu'il est en mode coexistence.

Type	Longueur	Valeur
38	n	Composite

##### **B.C.1.2.11.1 Adresse IP de receveur de notification SNMPv3**

Ce sous-TLV spécifie l'adresse IP du receveur de notification.

Type	Longueur	Valeur
38.1	4	ip1, ip2, ip3, ip4

Si le TLV 38.1 n'est pas présent, le modem câble DOIT considérer cela comme une défaillance de configuration, et le CM NE DOIT PAS poursuivre l'inscription du modem câble.

##### **B.C.1.2.11.2 Numéro d'accès UDP de receveur de notification SNMPv3**

Ce sous-TLV spécifie le numéro d'accès auquel le receveur de notification va recevoir les notifications.

Type	Longueur	Valeur
38.2	2	Numéro d'accès UDP

S'il n'est pas présent, on utilise la valeur par défaut de 162.

#### **B.C.1.2.11.3 Type d'alarme de receveur de notification SNMPv3**

Ce sous-TLV spécifie le type d'alarme (*trap*) à envoyer.

Type	Longueur	Valeur
38.3	2	1: alarme SNMP v1 dans un paquet SNMP v1 2: alarme SNMP v2c dans un paquet SNMP v2c 3: inform SNMP dans un paquet SNMP v2c 4: alarme SNMP v2c dans un paquet SNMP v3 5: inform SNMP dans un paquet SNMP v3

Si le TLV 38.3 n'est pas présent, le modem câble DOIT considérer qu'il s'agit d'une défaillance de la configuration, et le modem câble NE DOIT PAS poursuivre l'inscription du CM.

#### **B.C.1.2.11.4 Temporisation de receveur de notification SNMPv3**

Ce sous-TLV spécifie la temporisation du délai d'aller-retour utilisé pour attendre avant d'envoyer un nouvel essai de notification de Inform si l'envoyeur n'a pas reçu d'accusé de réception de la part du receveur.

Type	Longueur	Valeur
38.4	2	temps en ms

S'il n'est pas présent, la valeur par défaut de 15 000 ms est utilisée. Cela correspond à la valeur par défaut de 1500 centièmes de seconde définie pour l'objet MIB `snmpTargetAddrTimeout` (voir à l'Appendice P de [SCTE4] et la [RFC 2573]).

#### **B.C.1.2.11.5 Essais de receveur de notification SNMPv3**

Il définit le nombre de fois qu'on peut essayer un Inform après la première transmission de Inform.

Type	Longueur	Valeur
38.5	2	Nombre d'essais

S'il n'est pas présent, la valeur par défaut de trois essais est utilisée.

Les essais de receveur de notification SNMPv3 doivent être dans la gamme de 0 à 255.

#### **B.C.1.2.11.6 Paramètres de filtrage de receveur de notification**

Ce sous-TLV spécifie l'OID de la valeur de `snmpTrapOID` qui est la racine du sous-arbre du MIB qui définit toutes les notifications à envoyer au receveur de notifications.

Type	Longueur	Valeur
38.6	n	ASN.1 d'identifiant d'objet

Le codage de ce champ de valeur de TLV commence par l'octet de type 6 universel ASN.1 (identifiant d'objet), suivi du champ de longueur ASN.1, puis des composants d'identifiant d'objet codés en ASN.1. Si ce sous-TLV n'est pas présent, le receveur de notification va recevoir toutes les notifications générées par l'agent SNMP.

### B.C.1.2.11.7 Nom de sécurité de receveur de notification

Ce sous-TLV spécifie le nom de sécurité de v3 à utiliser lors de l'envoi d'une notification SNMP V3.

Type	Longueur	Valeur
38.7	2-16	Nom de sécurité codé en UTF8

Lorsque l'alarme de champ de valeur de type est mise à 1, 2, ou 3, ce champ de valeur NE DEVRAIT PAS être interprété (il n'a pas de signification) et les messages Inform seront envoyés avec la chaîne communautaire "public". Dans le cas d'alarme de type 4 ou 5, deux situations se présentent:

- Si ce TLV n'est pas fourni, la notification V3 sera envoyée dans le niveau de sécurité noAuthNoPriv en utilisant le nom de sécurité "@config".
- Si le TLV-38 est fourni dans le fichier de configuration, le champ de valeur DOIT être le nom de sécurité spécifié dans un TLV de type 34 au titre de la procédure de démarrage Diffie Hellmann. Les notifications seront envoyées en utilisant les clés d'authentification et de confidentialité calculées par le modem durant la procédure de démarrage Diffie Hellman.

Pour une implémentation détaillée, se référer à la section 3.6 "Elément de fichier de configuration – docsisV3NotificationReceiver" de [SCTE4].

### B.C.1.3 Codages spécifiques de demande/réponse d'inscription

Ces codages ne se trouvent pas dans le fichier de configuration mais sont inclus dans la demande d'inscription et l'option 60 de la demande DHCP. Certains codages sont également utilisés dans la réponse d'inscription.

Le CM DOIT inclure dans sa demande d'inscription tous les codages de capacités de modem qui sont sujets à négociation avec le CMTS. Les codages de capacités de modem qui ne sont pas sujets à négociation avec le CMTS sont déclarés explicitement dans la description des capacités du modem en question. Le CMTS DOIT inclure les capacités du modem dans la réponse d'inscription.

#### B.C.1.3.1 Codage des capacités du modem

Le champ de valeur décrit les capacités pour un modem particulier, c'est-à-dire les limites qui dépendent de l'implémentation sur les caractéristiques particulières, ou sur un certain nombre de caractéristiques, que le modem peut prendre en charge. Ce champ se compose d'un certain nombre de champs de type/longueur/valeur encapsulés. Les sous-types encapsulés définissent les capacités spécifiques du modem considéré. Noter que les champs de sous-type définis ne sont valides que dans la chaîne encapsulée de réglage de configuration des capacités.

Type	Longueur	Valeur
5	n	

L'ensemble des champs encapsulés possibles est décrit ci-dessous.

Toutes ces capacités sont à inclure à la fois dans la demande d'inscription et dans l'option 60 de la demande DHCP sauf si la description de capacité l'interdit explicitement.

#### B.C.1.3.1.1 Prise en charge de la concaténation

Si le champ de valeur est à "1", le CM demande au CMTS la prise en charge de la concaténation.

Type	Longueur	Marche/Arrêt
5.1	1	1 ou 0

#### B.C.1.3.1.2 Version DOCSIS

Version DOCSIS du modem considéré.

Type	Longueur	Valeur
5.2	1	0: DOCSIS 1.0 1: DOCSIS 1.1 2-255: valeurs réservées

Si ce nuplet est absent, le CMTS DOIT supposer un fonctionnement en mode DOCSIS 1.0. L'absence de ce nuplet ou la valeur "DOCSIS 1.0" ne signifie pas nécessairement que le CM ne prend en charge que le mode DOCSIS 1.0. Le CM PEUT indiquer, au moyen d'autres codages de capacité de modem, qu'il prend en charge d'autres capacités particulières. (Voir au § B.G.3.)

#### B.C.1.3.1.3 Prise en charge de la fragmentation

Si le champ de valeur est "1", le CM demande au CMTS la prise en charge de la fragmentation.

Type	Longueur	Valeur
5.3	1	1 ou 0

#### B.C.1.3.1.4 Prise en charge de la suppression d'en-tête de charge utile

Si la valeur de ce champ est "1", le CM demande au CMTS la prise en charge de la suppression de l'en-tête de charge utile.

Type	Longueur	Valeur
5.4	1	1 ou 0

#### B.C.1.3.1.5 Prise en charge du protocole IGMP

Si la valeur de ce champ est "1", le CM prend en charge le protocole IGMP en mode DOCSIS 1.1.

Type	Longueur	Valeur
5.5	1	1 ou 0

NOTE – Cette capacité de modem câble n'est pas sujette à négociation avec le CMTS. Le modem câble DOIT inclure cette capacité dans la demande DHCP, mais NE DOIT PAS inclure cette capacité dans la demande d'inscription. Si un CMTS reçoit cette capacité dans une demande d'inscription, il DOIT retourner la capacité avec la même valeur dans la réponse d'inscription.

#### B.C.1.3.1.6 Prise en charge de la confidentialité

La valeur de ce champ indique la prise en charge de l'interface BPI par le CM.

Type	Longueur	Valeur
5.6	1	0: prise en charge de BPI 1: prise en charge de BPI Plus 2-255: valeurs réservées

#### B.C.1.3.1.7 Prise en charge de l'identifiant SAID aval

Ce champ indique le nombre d'identifiants SAID aval que le modem peut prendre en charge.

Type	Longueur	Valeur
5.7	1	Nombre de SAID aval que le CM peut prendre en charge

Si le nombre de SAID est "0", le modem ne peut prendre en charge qu'un seul identifiant SAID.

#### B.C.1.3.1.8 Prise en charge de l'identifiant SID amont

Ce champ indique le nombre d'identifiants SID amont que le modem peut prendre en charge.

Type	Longueur	Valeur
5.8	1	Nombre de SID amont que le CM peut prendre en charge

Si le nombre de SID est "0", le modem ne peut prendre en charge qu'un seul identifiant SID.

#### B.C.1.3.1.9 Prise en charge du filtrage facultatif

Ce champ indique la prise en charge du filtrage facultatif dans le modem.

Type	Longueur	Valeur
5.9	1	Tableau de prise en charge du filtrage des paquets bit n° 0: filtrage 802.1P bit n° 1: filtrage 802.1Q bit n° 2-7: réservées, DOIT être mis à zéro

NOTE – Cette capacité de modem câble n'est pas sujette à négociation avec le CMTS. Le modem câble DOIT inclure cette capacité dans la demande DHCP, mais NE DOIT PAS inclure cette capacité dans la demande d'inscription. Si un CMTS reçoit cette capacité dans une demande d'inscription, il DOIT retourner la capacité avec la même valeur dans la réponse d'inscription.

#### B.C.1.3.1.10 Pôles d'égaliseur d'émission par symbole

Ce champ indique le nombre maximal de pôles de préégalisation par symbole que le CM prend en charge.

NOTE – Tous les CM DOIVENT prendre en charge les coefficients d'égalisation espacés d'un symbole. La prise en charge par le CM de 2 ou 4 pôles par symbole est facultative. Si ce nuplet est absent, la valeur implicite est que le CM ne prend en charge que les coefficients d'égaliseur espacés d'un symbole.

Type	Longueur	Valeur
5.10	1	1, 2 ou 4

#### B.C.1.3.1.11 Nombre de pôles de l'égaliseur d'émission

Ce champ indique le nombre de pôles d'égalisation qui sont pris en charge par le CM.

NOTE – Tous les CM DOIVENT prendre en charge une longueur d'égaliseur d'au moins 8 symboles. La prise en charge par le CM d'un maximum de 64 pôles espacés de T, espacés de T/2 ou espacés de T/4 est facultative. Si ce nuplet est absent, la valeur implicite est que le CM ne prend en charge qu'une longueur d'égaliseur égale à 8 pôles.

Type	Longueur	Valeur
5.11	1	8 à 64

#### B.C.1.3.1.12 Prise en charge de la modification DCC

La valeur de ce champ indique la prise en charge de la modification DCC par le modem câble.

Type	Longueur	Valeur
5.12	1	0: DCC non prise en charge 1: DCC prise en charge

#### B.C.1.3.2 Codage de l'identifiant de fournisseur

Ce champ de valeurs contient l'identification du fournisseur qui est spécifiée par les trois octets de l'identifiant propre à l'organisation (OUI, *organization unique identifier*) du fournisseur, contenus dans l'adresse MAC du CM.

L'identifiant de fournisseur DOIT être utilisé dans une demande d'inscription mais NE DOIT PAS être utilisé en tant qu'élément indépendant du fichier de configuration. Il PEUT être utilisé en tant que sous-champ du champ d'informations propres au fournisseur dans un fichier de configuration. Lorsqu'il est utilisé comme sous-champ du champ d'informations spécifiques du fournisseur, il identifie l'ID de fournisseur des CM qui sont destinés à utiliser ces informations. Lorsque l'identifiant de fournisseur est utilisé dans une demande d'inscription, c'est celui du CM qui envoie cette demande.

Type	Longueur	Valeur
8	3	v1, v2, v3

#### B.C.1.3.3 Adresse IP du modem

Ce champ assure la rétro-compatibilité avec la version DOCSIS 1.0. Il est remplacé par le champ "Adresse de modem mise à disposition par le serveur TFTP".

Type	Longueur	Valeur
12	4	Adresse IP

#### B.C.1.3.4 Réponse de service(s) indisponible(s)

Ce réglage de configuration DOIT être inclus dans le message de réponse d'inscription si le CMTS n'est pas en mesure ou non désireux d'attribuer l'une des classes de service demandées figurant dans la demande d'inscription. Bien que cette valeur ne s'applique qu'à la classe de service défaillante, c'est toute la demande d'inscription qui DOIT être considérée comme ayant échoué (aucun des réglages de configuration de classe de service n'est attribué).



Type	Longueur	Valeur
13	3	ID de classe, type, code de confirmation

où:

ID de classe est la classe de service indisponible qui figurait dans la demande;

type est l'objet spécifique de classe de service contenu dans la classe qui a provoqué le rejet de la demande;

code de confirmation: voir au § B.C.4.

#### **B.C.1.4 Codages spécifiques de message de service dynamique**

Ces codages ne se trouvent ni dans le fichier de configuration ni dans la signalisation de demande/réponse d'inscription. Ils ne se trouvent que dans les messages DSA-REQ, DSA-RSP, DSA-ACK, DSC-REQ, DSC-RSP, DSC-ACK et DSD-REQ (voir du § B.8.3.12 au § B.8.3.18).

##### **B.C.1.4.1 Précis HMAC**

Le réglage Précis-HMAC est une compilation de messages protégée par clé. Si la confidentialité est activée, l'attribut Précis-HMAC DOIT être le dernier attribut dans la liste des attributs de message de service dynamique. La compilation de message est effectuée sur tous les paramètres de service dynamique (en commençant immédiatement après l'en-tête de message de gestion MAC et en allant jusqu'au réglage Précis-HMAC non compris), autres que le paramètre Précis-HMAC, dans l'ordre de leur apparition dans le paquet.

L'insertion d'une compilation protégée par clé permet au récepteur d'authentifier le message. L'algorithme Précis-HMAC et les règles de production de clé en amont et en aval sont décrits dans [UIT-T J.125].

Ce paramètre contient un hachage à clés utilisé pour l'authentification des messages. L'algorithme HMAC est défini dans [RFC 2104]. L'algorithme HMAC est spécifié au moyen d'un algorithme générique de cryptographie par hachage. La confidentialité de base utilise une version particulière de l'algorithme HMAC faisant appel à l'algorithme de hachage sécurisé (SHA-1, *secure hash algorithm*) qui est défini dans [SHA].

Un résumé du format de l'attribut Précis-HMAC est donné ci-dessous. Les champs sont transmis de gauche à droite.

Type	Longueur	Valeur
27	20	Algorithme de hachage sécurisé de 160 bits (20 octets) à clés

##### **B.C.1.4.2 Bloc d'autorisation**

Le bloc d'autorisation contient un "indice" d'autorisation. Les spécificités internes de cet "indice" sont hors du domaine d'application de l'Annexe B mais incluent [UIT-T J.163].

Le bloc d'autorisation PEUT être présent dans les messages DSA-REQ et DSC-REQ émis par le CM et dans les messages DSA-RSP et DSC-RSP générés par le CMTS. Ce paramètre NE DOIT PAS être présent dans les messages DSA-REQ et DSC-REQ générés par le CMTS, ni dans les messages DSA-RSP et DSC-RSP générés par le modem câble.

Les informations du bloc d'autorisation s'appliquent à tout le contenu du message. Et donc, un seul bloc d'autorisation par message PEUT être présent. S'il est présent, le bloc d'autorisation DOIT être communiqué au module d'autorisation contenu dans le système CMTS. Les informations du bloc d'autorisation ne sont traitées que par le module d'autorisation.

Type	Longueur	Valeur
30	n	Séquence de n octets

#### B.C.1.4.3 Numéro de séquence de clé

La valeur de ce champ indique le numéro de séquence de la clé d'autorisation d'interface BPI+ qui est utilisée pour calculer le Précis-HMAC si la confidentialité a été activée.

Type	Longueur	Valeur
31	1	Numéro de séquence de Auth Key (de 0 à 15)

### B.C.2 Codages relatifs à la qualité de service

#### B.C.2.1 Codages de classification de paquet

Les codages de type/longueur/valeur suivants DOIVENT être utilisés dans le fichier de configuration, dans les messages d'inscription et dans les messages de service dynamique afin de coder les paramètres de classification et de programmation de paquets. Toutes les grandeurs exprimées par plusieurs octets sont dans l'ordre des octets du réseau, c'est-à-dire que l'octet qui contient les bits de plus fort poids est transmis en premier sur la ligne.

Un classificateur DOIT contenir au moins un codage selon le § B.C.2.1.5 "Codages d'erreur de classification de paquet IP", B.C.2.1.6 "Codages de classification de paquet Ethernet", ou § B.C.2.1.7 "Codages de classification de paquet IEEE 802.1P/802.1P/Q".

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être pris en charge par tous les CM conformes à l'Annexe B. Tous les CMTS DOIVENT prendre en charge la classification des paquets aval fondée sur les champs d'en-tête IP (voir au § B.C.2.1.5).

##### B.C.2.1.1 Codage de classification de paquet amont

Ce champ définit les paramètres associés à un classificateur amont.

Noter que les mêmes champs de sous-type sont valides pour les deux chaînes encapsulées, amont et aval, de réglage de configuration de classification de paquet. Ces champs de type ne sont pas valides dans d'autres contextes de codage.

Type	Longueur	Valeur
22	n	

##### B.C.2.1.2 Codage de classification de paquet aval

Ce champ définit les paramètres associés à un classificateur aval.

Noter que les mêmes champs de sous-type définis sont valides pour les deux chaînes, amont et aval, de réglage de configuration de classification de flux encapsulées. Ces champs de type ne sont pas valides dans d'autres contextes de codage.

Type	Longueur	Valeur
23	n	

### B.C.2.1.3 Codages de classificateur général de paquet

#### B.C.2.1.3.1 Référence du classificateur

La valeur de ce champ spécifie une référence pour le classificateur. Cette valeur est unique pour chaque message de service dynamique, chaque fichier de configuration et chaque message de demande d'inscription.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].1	1	1 à 255

#### B.C.2.1.3.2 Identifiant du classificateur

La valeur de ce champ spécifie un identifiant pour le classificateur. Cette valeur est unique pour chaque flux de service. C'est le CMTS qui attribue l'identifiant de classificateur de paquets.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].2	2	1 à 65535

#### B.C.2.1.3.3 Référence du flux de service

La valeur de ce champ spécifie une référence de flux de service qui identifie le flux de service correspondant.

Ce TLV DOIT être inclus dans tous les TLV de classificateur de paquets qui apparaissent à l'intérieur de tout message où l'identifiant de flux de service n'est pas connu (par exemple les messages DSA-REQ et REG-REQ lancés par le CM). La référence du flux de service NE DOIT être spécifiée dans aucun des TLV de classificateur de paquets survenant dans un message DSC-REQ et dans les messages DSA-REQ lancés par le CMTS.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].3	2	1 à 65535

#### B.C.2.1.3.4 Identifiant de flux de service

La valeur de ce champ spécifie l'ID de flux de service qui désigne le flux de service correspondant.

Ce TLV NE DOIT PAS être inclus dans les TLV de classificateur de paquets où l'ID de flux de service n'est pas connu (par exemple, les demandes DSA et REG lancées par le CM). L'ID de flux de service DOIT être spécifié dans les TLV de classificateur de paquets qui apparaissent dans un message DSA-REQ lancé par CMTS et dans un message DSC-REQ.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].4	4	1 à 4 294 967 295

#### B.C.2.1.3.5 Priorité des règles

La valeur de ce champ spécifie la priorité du classificateur afin d'en déterminer l'ordre. Une valeur plus élevée indique une priorité plus élevée.

Les classificateurs qui apparaissent dans des fichiers de configuration et dans des messages d'inscription PEUVENT avoir une priorité comprise entre 0 (valeur par défaut) et 255. Les classificateurs qui apparaissent dans un message DSA/DSC DOIVENT avoir une priorité comprise entre 64 (valeur par défaut) et 191.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].5	1	

#### B.C.2.1.3.6 Etat d'activation du classificateur

La valeur de ce champ spécifie s'il y a lieu que le classificateur devienne actif dans le choix des paquets pour le flux de service. Un classificateur inactif est normalement utilisé avec un ensemble de paramètres AdmittedQoSParameterSet garantissant que des ressources sont disponibles pour une activation ultérieure. L'activation réelle du classificateur dépend à la fois de cet attribut et de l'état de son flux de service. Si celui-ci n'est pas actif, le classificateur n'est pas utilisé, quel que soit le réglage de cet attribut.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].6	1	0: inactif 1: actif

La valeur par défaut est 1: activer le classificateur.

#### B.C.2.1.3.7 Action de modification de service dynamique

Reçu dans une demande de modification de service dynamique, ce champ indique l'action à appliquer au classificateur considéré.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].7	1	0: classificateur d'ajout de DSC 1: classificateur de remplacement de DSC 2: classificateur de suppression de DSC

#### B.C.2.1.4 Codages d'erreur de classificateur

Ce champ définit les paramètres associés aux erreurs de classificateur.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].8	n	

Un codage d'erreur de classificateur se compose d'un seul ensemble de paramètres d'erreur de classificateur qui est défini par les paramètres individuels suivants: Paramètre erroné, Code de Confirmation et Message d'erreur.

Le codage d'erreur de classificateur est renvoyé dans les messages REG-RSP, DSA-RSP et DSC-RSP pour indiquer la cause de la réponse négative du destinataire à une demande d'établissement de classificateur contenue dans un message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

En cas de défaillance, la réponse REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP DOIT comporter un codage d'erreur de classificateur pour au moins un classificateur défaillant demandé dans le message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ. Un codage d'erreur de classificateur concernant le classificateur défaillant DOIT comporter les paramètres Code de confirmation et Elément erroné. Il PEUT inclure un message d'erreur. Si certains ensembles de classificateurs sont rejetés et si d'autres ensembles de classificateurs sont acceptés, les codages d'erreur de classificateur ne DOIVENT être inclus que pour les classificateurs rejetés. En cas de succès de la transaction entière, le message RSP ou ACK NE DOIT PAS comporter de codage d'erreur de classificateur.

Plusieurs codages d'erreur de classificateur peuvent apparaître dans un message REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP, car plusieurs paramètres de classificateur peuvent être erronés. Un message contenant même un seul codage d'erreur de classificateur NE DOIT contenir aucun autre codage de classificateur de protocole (par exemple IP, 802.1P/Q).

Un codage d'erreur de classificateur NE DOIT apparaître dans aucun message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

#### B.C.2.1.4.1 Paramètre erroné

La valeur de ce paramètre indique le sous-type d'un paramètre de classificateur demandé qui se trouve erroné dans une demande de classificateur rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur DOIT avoir exactement un seul TLV de paramètre d'élément erroné à l'intérieur d'un codage d'erreur de classificateur donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[22/23].8.1	n	Sous-type de codage de classificateur erroné

Si la longueur est égale un, la valeur indique le sous-type à niveau unique dans lequel l'erreur a été détectée; par exemple "7" indique une action de modification non valide. Si la longueur est 2, la valeur indique le sous-type à niveaux multiples dans lequel l'erreur a été détectée; par exemple "9-2" indique une valeur non valide de protocole IP.

#### B.C.2.1.4.2 Code d'erreur

Ce paramètre indique l'état de la demande. Une valeur autre que zéro correspond au code de confirmation décrit au § B.C.4. Un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur DOIT avoir exactement un code d'erreur à l'intérieur d'un codage d'erreur de classificateur donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[22/23].8.2	1	Code de confirmation

Une valeur OK (0) indique que la demande de classificateur a été efficace. Comme un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur n'est appliqué qu'à des paramètres erronés, cette valeur NE DOIT PAS être utilisée.

#### B.C.2.1.4.3 Message d'erreur

Ce sous-type est facultatif dans un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur. Sa présence indique qu'une chaîne alphanumérique doit être affichée sur l'écran du CM et/ou insérée dans le fichier qui décrit plus en détail une demande de classificateur rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur PEUT avoir 0 ou 1 sous-type de message d'erreur à l'intérieur d'un codage d'erreur de classificateur donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[22/23].8.3	n	Chaîne de caractères ASCII terminée par zéro

NOTE 1 – La longueur n inclut le zéro terminal.

NOTE 2 – L'ensemble du message de codage de classificateur DOIT avoir une longueur totale inférieure à 256 caractères.

#### B.C.2.1.5 Codages d'erreur de classification de paquet IP

Ce champ définit les paramètres associés à la classification des paquets IP.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9	n	

#### B.C.2.1.5.1 Etendue et gabarit du type de service IP

Les valeurs de ce champ spécifient les paramètres concordants pour l'étendue et le gabarit de l'octet de type de service (TOS) IP. Un paquet IP ayant la valeur d'octet ToS IP "ip-tos" concorde avec ce paramètre si  $\text{tos-low} \leq (\text{ip-tos ET tos-mask}) \leq \text{tos-high}$ . Si ce champ est omis, la comparaison avec l'octet TOS de paquet IP n'est pas applicable à l'entrée considérée.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.1	3	tos-low, tos-high, tos-mask

#### B.C.2.1.5.2 Protocole IP

La valeur de ce champ spécifie la valeur de concordance pour le champ de protocole IP [RFC 1700]. Si ce champ est omis, la comparaison avec le champ de protocole d'en-tête IP n'est pas applicable à l'entrée considérée.

Il y a deux valeurs spéciales du champ de protocole IP: "256" qui indique une concordance du trafic avec toute valeur de protocole IP, et "257" qui indique une concordance du trafic TCP comme du trafic UDP. Une entrée comportant un champ de protocole IP ayant une valeur supérieure à 257 DOIT être invalidée pour les comparaisons (c'est-à-dire qu'aucun trafic ne peut concorder avec cette entrée).

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.2	2	prot1, prot2

#### Gamme valide

0 à 257.

#### B.C.2.1.5.3 Adresse IP de source

La valeur de ce champ spécifie la valeur de concordance avec l'adresse IP de source. Un paquet IP contenant l'adresse IP de source "ip-src" concorde avec ce paramètre si  $\text{src} = (\text{ip-src ET smask})$ , où le terme "smask" est le paramètre issu du § B.C.2.1.5.4. Si ce paramètre est omis, la comparaison avec l'adresse IP de source de paquet n'est pas applicable à l'entrée considérée.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.3	4	src1, src2, src3, src4

#### B.C.2.1.5.4 Gabarit IP de source

La valeur de ce champ spécifie la valeur de gabarit pour l'adresse IP de source, comme décrit au § B.C.2.1.5.3. Si ce paramètre est omis, le gabarit IP de source par défaut est 255.255.255.255.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.4	4	smask1, smask2, smask3, smask4

#### B.C.2.1.5.5 Adresse IP de destination

La valeur de ce champ spécifie la valeur de concordance avec l'adresse IP de destination. Un paquet IP contenant l'adresse IP de destination "ip-dst" concorde avec ce paramètre si  $dst = (ip-dst \text{ ET } dmask)$ , où le terme "dmask" est le paramètre issu du § B.C.2.1.5.6. Si ce paramètre est omis, la comparaison avec l'adresse IP de destination de paquet n'est pas applicable à cette entrée.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.5	4	dst1, dst2, dst3, dst4

#### B.C.2.1.5.6 Gabarit IP de destination

La valeur de ce champ spécifie la valeur de gabarit pour l'adresse IP de destination, comme décrit au § B.C.2.1.5.5. Si ce paramètre est omis, le gabarit IP de destination par défaut est 255.255.255.255.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.6	4	dmask1, dmask2, dmask3, dmask4

#### B.C.2.1.5.7 Début de l'accès de source TCP/UDP

La valeur de ce champ spécifie la valeur inférieure de l'accès de source TCP/UDP. Un paquet avec une valeur d'accès TCP/UDP égale à "src-port" concorde avec ce paramètre si  $sportlow \leq src-port \leq sporthigh$ . Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut du terme sportlow est 0. Ce paramètre n'est pas applicable au trafic IP non TCP/UDP.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.7	2	sportlow1, sportlow2

#### B.C.2.1.5.8 Fin de l'accès de source TCP/UDP

La valeur de ce champ spécifie la valeur supérieure de l'accès de source TCP/UDP. Un paquet avec une valeur d'accès TCP/UDP égale à "src-port" concorde avec ce paramètre si  $sportlow \leq src-port \leq sporthigh$ . Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut du terme sportlow est 65 535. Ce paramètre n'est pas applicable au trafic IP non TCP/UDP.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.8	2	sporthigh1, sporthigh2

#### B.C.2.1.5.9 Début de l'accès de destination TCP/UDP

La valeur de ce champ spécifie la valeur inférieure de l'accès de destination TCP/UDP. Un paquet avec une valeur d'accès TCP/UDP égale à "dst-port" concorde avec ce paramètre si  $dportlow \leq dst-port \leq dporthigh$ . Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut du terme dportlow est 0. Ce paramètre n'est pas applicable au trafic IP non TCP/UDP.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.9	2	dportlow1, dportlow2

### B.C.2.1.5.10 Fin de l'accès de destination TCP/UDP

La valeur de ce champ spécifie la valeur supérieure de l'accès de destination TCP/UDP. Un paquet avec une valeur d'accès TCP/UDP égale à "dst-port" concorde avec ce paramètre si  $dportlow \leq dst-port \leq dporthigh$ . Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut du terme `dporthigh` est 65535. Ce paramètre n'est pas applicable au trafic IP non TCP/UDP.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].9.10	2	dporthigh1, dporthigh2

### B.C.2.1.6 Codages de classification de paquet LLC Ethernet

Ce champ définit les paramètres associés à la classification de paquet LLC Ethernet.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].10	n	

#### B.C.2.1.6.1 Adresse MAC de destination

Les valeurs de ce champ spécifient les paramètres concordants pour l'adresse de destination MAC. Un paquet Ethernet avec l'adresse de destination MAC "etherdst" concorde avec ce paramètre si `dst = (etherdst ET msk)`. Si ce paramètre est omis, la comparaison de l'adresse MAC de destination Ethernet avec l'entrée considérée n'est pas pertinente.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].10.1	12	dst1, dst2, dst3, dst4, dst5, dst6, msk1, msk2, msk3, msk4, msk5, msk6

#### B.C.2.1.6.2 Adresse MAC de source

La valeur de ce champ spécifie la valeur concordante avec l'adresse de source MAC. Si ce paramètre est omis, la comparaison de l'adresse MAC de source Ethernet à l'entrée considérée n'est pas applicable.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].10.2	6	src1, src2, src3, src4, src5, src6

#### B.C.2.1.6.3 Ethertype/DSAP/MacType

Les valeurs "type", "eprot1" et "eprot2" indiquent comme suit le format de l'identifiant de protocole de couche 3 dans le paquet Ethernet:

Si `type = 0`, la règle n'utilise pas le type de protocole de couche 3 comme critère de concordance. Si `type = 0`, les valeurs `eprot1` et `eprot2` sont ignorées lorsque l'on détermine si un paquet concorde avec la règle considérée.

Si `type = 1`, la règle ne s'applique qu'aux trames qui contiennent une valeur Ethertype. Les valeurs Ethertype sont contenues dans des paquets utilisant le format d'encapsulation de DEC-Intel-Xerox (DIX) ou de la [RFC 1042] Protocole d'accès au sous-réseau (SNAP, *subnetwork access protocol*). Si `type = 1`, les valeurs `eprot1` et `eprot2` donnent la valeur à 16 bits de l'Ethertype avec laquelle le paquet doit concorder afin d'observer la règle.



Si type = 2, la règle ne s'applique qu'aux trames qui utilisent le format d'encapsulation IEEE 802.2 avec un service de destination autre que 0xAA (qui est réservé pour le protocole SNAP). Si type = 2, les 8 éléments binaires inférieurs des valeurs eprot1, eprot2 DOIVENT concorder avec l'octet DSAP afin d'observer la règle.

Si type = 3, la règle ne s'applique qu'aux messages de gestion MAC (champ FC 1100001x) avec un champ "type" indiqué dans son en-tête de message de gestion MAC (§ B.8.3.1) entre les valeurs de eprot1 et eprot2, incluses. A titre d'exceptions, les types de message de gestion MAC suivants NE DOIVENT PAS être classifiés et sont toujours transmis dans le flux de service primaire:

Type 4: RNG\_REQ  
 Type 6: REG\_REQ  
 Type 7: REG\_RSP  
 Type 14: REG\_ACK

Si type = 4, la règle est considérée comme étant universelle et assurant la concordance de tous les paquets d'unités de données protocolaires (PDU, *protocol data unit*). La règle n'assure pas la concordance des messages de gestion MAC. La valeur de eprot1 et eprot2 est négligée dans ce cas.

Si la trame Ethernet contient un en-tête de balise IEEE 802.1P/Q (c'est-à-dire l'Ethertype 0x8100), cet objet s'applique au champ Ethertype incorporé dans l'en-tête IEEE 802.1P/Q.

Les autres valeurs de "type" sont réservées. Si ce TLV est omis, la comparaison de l'Ethertype ou du service de destination selon l'IEEE 802.2 à la règle n'est pas applicable.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].10.3	3	type, eprot1, eprot2

#### B.C.2.1.7 Codages de classification de paquets IEEE 802.1P/Q

Ce champ définit les paramètres associés à la classification de paquets IEEE 802.1P/Q.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].11	n	

##### B.C.2.1.7.1 Priorité d'utilisateur selon IEEE 802.1P

Les valeurs de ce champ spécifient les paramètres de concordance pour les bits de priorité d'utilisateur selon IEEE 802.1P. Un paquet Ethernet avec valeur "priority" de priorité d'utilisateur selon IEEE 802.1P concorde avec ces paramètres si  $pri-low \leq priority \leq pri-high$ . Si ce champ est omis, la comparaison avec les bits de priorité d'utilisateur selon IEEE 802.1P n'est pas applicable à l'entrée considérée.

Si ce paramètre est spécifié pour une entrée, les paquets Ethernet sans encapsulation IEEE 802.1Q NE DOIVENT PAS concorder avec l'entrée considérée. Si ce paramètre est spécifié pour une entrée de CM qui ne prend pas en charge la retransmission du trafic encapsulé selon IEEE 802.1Q, cette entrée NE DOIT être utilisée pour aucun trafic.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].11.1	2	pri-low, pri-high

#### Gamme valide

0-7 pour pri-low et pri-high.

### B.C.2.1.7.2 Identifiant de réseau VLAN selon IEEE 802.1Q

La valeur de ce champ spécifie la valeur de concordance pour les bits `vlan_id` selon l'IEEE 802.1Q. Seuls les 12 premiers bits (c'est-à-dire de plus fort poids) du champ `vlan_id` spécifié sont significatifs. Les quatre derniers bits DOIVENT être ignorés lors de la comparaison. Si ce champ est omis, la comparaison avec les bits `vlan_id` IEEE 802.1Q n'est pas applicable à cette entrée.

Si ce paramètre est spécifié pour une entrée, les paquets Ethernet sans encapsulation IEEE 802.1Q NE DOIVENT PAS concorder avec cette entrée. Si ce paramètre est spécifié pour une entrée de CM qui ne prend pas en charge la retransmission du trafic encapsulé selon IEEE 802.1Q, cette entrée NE DOIT être utilisée pour aucun trafic.

Type	Longueur	Valeur
[22/23].11.2	2	<code>vlan_id1, vlan_id2</code>

### B.C.2.1.7.3 Paramètres de classificateur propres au fournisseur

Ce champ permet aux fournisseurs de coder des paramètres de classificateur qui leur sont propres. L'identifiant de fournisseur DOIT être le premier TLV incorporé dans les paramètres de classificateur propres au fournisseur. Si le premier TLV contenu dans les paramètres de classificateur propres au fournisseur ne contient pas d'identifiant de fournisseur, ce TLV DOIT être rejeté (voir au § B.C.1.1.17).

Type	Longueur	Valeur
[22/23].43	n	

## B.C.2.2 Codage des flux de service

Les codages de type/longueur/valeur suivants DOIVENT être utilisés dans le fichier de configuration, dans les messages d'inscription et dans les messages de service dynamique pour coder les paramètres des flux de service. Toutes les grandeurs en octets multiples sont dans l'ordre des octets du réseau, c'est-à-dire que l'octet contenant les bits de plus fort poids est transmis en premier sur la ligne.

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être pris en charge par tous les CM conformes à l'Annexe B.

### B.C.2.2.1 Codages des flux de service amont

Ce champ définit les paramètres associés à la programmation amont pour un flux de service. Il est un peu complexe du fait qu'il se compose d'un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés.

Noter que les chaînes de réglage de configuration des flux de service amont et aval encapsulées partagent le même plan de numérotage de champ de sous-types car un grand nombre des champs de sous-type sont valides pour les deux types de réglages de configuration. Ces champs de type ne sont pas valides dans d'autres contextes de codage.

Type	Longueur	Valeur
24	n	

### B.C.2.2.2 Codages des flux de service aval

Ce champ définit les paramètres associés à la programmation aval pour un flux de service. Il est un peu complexe du fait qu'il se compose d'un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés.

Noter que les chaînes de réglage de configuration des flux de service amont et aval partagent le même plan de numérotage des sous-types car un grand nombre des champs de sous-type sont valides pour les deux types de réglage de configuration excepté les codages de flux de service. Ces champs de type ne sont pas valides dans d'autres contextes de codage.

Type	Longueur	Valeur
25	n	

### B.C.2.2.3 Codages généraux de flux de service

#### B.C.2.2.3.1 Référence de flux de service

La référence de flux de service sert à associer un codage de classificateur de paquet à un codage de flux de service. Une référence de flux de service ne sert qu'à établir un identifiant de flux de service. Dès que le flux de service existe et possède un ID de flux de service attribué, la référence de ce flux de service NE DOIT plus être utilisée. La référence de flux de service est unique pour chaque fichier de configuration, chaque échange de messages d'inscription, ou échange de messages d'ajout de service dynamique.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].1	2	1-65535

#### B.C.2.2.3.2 Identifiant de flux de service

L'identifiant de flux de service est utilisé par le CMTS en tant que référence primaire d'un flux de service. Seul le CMTS peut émettre un identifiant de flux de service. Il utilise cette paramétrisation pour envoyer des identifiants de flux de service dans des demandes DSA émises par un CMTS et dans sa réponse REG/DSA aux demandes REG/DSA émises par un CM. Le CM spécifie l'identifiant SFID d'un flux de service en utilisant ce paramètre dans un message DSC-REQ. Le CM et le CMTS PEUVENT tous deux utiliser ce TLV pour coder les ID de flux de service dans une demande DSD.

Le fichier de configuration NE DOIT PAS contenir ce paramètre.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].2	4	1 à 4 294 967 295

#### B.C.2.2.3.3 Identifiant de service

La valeur de ce champ spécifie l'identifiant de service attribué par le CMTS à un flux de service avec un ensemble AdmittedQosParameterSet ou ActiveQosParameterSet non nul. Cette valeur est utilisée dans le tableau MAP d'attribution de largeur de bande afin d'attribuer la bande passante en amont. Ce champ DOIT être présent dans les messages DSA-REQ ou DSC-REQ émis par un CMTS concernant l'établissement d'un flux de service amont qui est admis ou actif. Ce champ DOIT aussi être présent dans les messages REG-RSP, DSA-RSP et DSC-RSP concernant l'établissement correct d'un flux de service amont admis ou actif. Ce champ NE DOIT PAS être présent dans les réglages concernant les flux de service aval. L'identifiant de service ne s'applique qu'aux flux de service amont.

Même si un flux de service a été correctement admis ou activé (c'est-à-dire qu'il possède un identifiant de service attribué), l'identifiant de flux de service DOIT être utilisé pour la signalisation de messages DSx suivants car c'est le pointeur primaire pour un flux de service. Si un flux de service n'est plus admis ou actif (via DSC-REQ), son identifiant de service PEUT être réattribué par le CMTS.

Sous-type	Longueur	Valeur
[24].3	2	SID (14 bits de plus faible poids)

#### B.C.2.2.3.4 Nom de classe de service

La valeur de ce champ se rapporte à une configuration prédéfinie de service CMTS à utiliser pour le flux de service considéré.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].4	2 à 16	Chaîne de caractères ASCII terminée par zéro

NOTE – La longueur inclut le zéro terminal.

Lorsque le nom de classe de service est utilisé dans un codage de flux de service, il indique que tous les paramètres de QS non spécifiés du flux de service doivent être fournis par le CMTS. Il appartient à l'opérateur de synchroniser la définition des noms de classe de service dans le CMTS et dans le fichier de configuration.

#### B.C.2.2.3.5 Type d'ensemble de paramètres de qualité de service

Ce paramètre DOIT apparaître dans tout codage de flux de service, à l'exception des codages de flux de service dans la demande DSD où le paramètre Type d'ensemble de paramètres de qualité de service n'a aucune valeur. Il spécifie la bonne application de l'ensemble de paramètres de qualité de service ou de nom de classe de service pour l'ensemble mis à disposition, l'ensemble admis, et/ou l'ensemble actif. Lorsque deux ensembles de paramètres de qualité de service sont identiques, une valeur multibit de ce paramètre PEUT être utilisée pour appliquer les paramètres de qualité de service à plus d'un ensemble. Un seul message PEUT contenir plusieurs ensembles de paramètres de qualité de service dans des codages de flux de service de type 24/25 distincts pour le même flux de service. Ceci permet de spécifier les ensembles de paramètres de qualité de service lorsque leurs paramètres sont différents. Le bit 0 est le LSB du champ de valeur.

Pour chaque flux de service qui apparaît dans un message demande d'inscription ou réponse d'inscription, il DOIT y avoir un codage de flux de service qui spécifie un ensemble ProvisionedQoSParameterSet. Ce codage de flux de service, ou un ou d'autres codages de flux de service PEUVENT aussi spécifier un ensemble admis et/ou actif.

Aucun codage de flux de service apparaissant dans un message de service dynamique NE DOIT spécifier l'ensemble ProvisionedQoSParameterSet.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].6	1	Bit n° 0: ensemble mis à disposition Bit n° 1: ensemble admis Bit n° 2: ensemble actif

**Tableau B.C-2/J.112 – Valeurs utilisées dans les messages REG-REQ et REG-RSP**

Valeur	Messages
001	Ne s'applique qu'à l'ensemble mis à disposition
011	S'applique à l'ensemble mis à disposition et admis, et effectue le contrôle d'admission
101	S'applique aux ensembles mis à disposition et actifs, effectue le contrôle d'admission sur l'ensemble admis dans un codage de flux de service distinct, et active le flux de service
111	S'applique aux ensembles mis à disposition admis et actifs; effectue le contrôle d'admission et active ce flux de service

**Tableau B.C-3/J.112 – Valeurs utilisées dans les messages REG-REQ, REG-RSP et les messages de service dynamique**

Valeur	Messages
010	Effectue le contrôle d'admission et s'applique à l'ensemble admis
100	Effectue la vérification d'ensemble admis dans un codage de flux de service distinct, effectue le contrôle d'admission si nécessaire, active ce flux de service, et l'applique à l'ensemble actif
110	Effectue le contrôle d'admission et active ce flux de service, applique les paramètres aux deux ensembles admis et actif

La valeur 000 n'est utilisée que dans les messages de modification de service dynamique. Elle sert à régler les ensembles actif et admis à néant (voir au § B.10.1.7.4).

Un CMTS DOIT effectuer une seule mise à jour pour chaque ensemble de paramètres de qualité de service actif et admis. La capacité à traiter plusieurs codages de flux de service qui spécifient le même ensemble de paramètres de qualité de service N'EST PAS exigée, et elle est laissée à la discrétion du fournisseur. Si un DSA/DSC contient plusieurs mises à jour d'un même ensemble de paramètres de qualité de service et que le fournisseur ne prend pas en charge de telles mises à jour, le CMTS DOIT alors répondre avec le code d'erreur 2: rejet-réglage-de-configuration-non-reconnu.

#### **B.C.2.2.4 Codages d'erreur d'un flux de service**

Ce champ définit les paramètres associés aux erreurs de flux de service.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].5	n	

Un codage d'erreur de flux de service se compose d'un unique ensemble de paramètres d'erreur de flux de service, qui est défini par les paramètres individuels suivants: paramètre erroné, code d'erreur et message d'erreur.

Le codage d'erreur de flux de service est renvoyé dans les messages REG-RSP, DSA-RSP et DSC-RSP pour indiquer la cause de la réponse négative du receveur à une demande d'établissement de flux de service dans un message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

Le codage d'erreur de flux de service est renvoyé dans les messages REG-ACK, DSA-ACK et DSC-ACK pour indiquer la cause de la réponse négative du receveur à l'extension d'un nom de classe de service dans une réponse REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP correspondante.

En cas de défaillance, le message REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP DOIT contenir un codage d'erreur de flux de service pour au moins un flux de service défaillant, demandé dans le message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ. En cas de défaillance, le message REG-ACK, DSA-ACK ou DSC-ACK DOIT contenir un codage d'erreur de flux de service pour au moins une extension de

nom de classe de service défaillante dans le message REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP. Un codage d'erreur de flux de service pour le flux de service défaillant DOIT inclure les paramètres Code de confirmation et Paramètre erroné; il PEUT également inclure un message d'erreur. Si certains ensembles de paramètres de flux de service sont rejetés et d'autres ensembles de paramètres de flux de service sont acceptés, les codages d'erreur de flux de service DOIVENT être inclus pour le seul flux de service rejeté.

En cas de réussite de la transaction complète, le message RSP ou ACK NE DOIT PAS inclure de codage d'erreur de flux de service.

Plusieurs codages d'erreur de flux de service PEUVENT apparaître dans un message REG-RSP, DSA-RSP, DSC-RSP, REG-ACK, DSA-ACK ou DSC-ACK car plusieurs paramètres de flux de service peuvent être erronés. Un message ne contenant qu'un seul codage d'erreur de flux de service NE DOIT contenir aucun paramètre de QS.

Un codage d'erreur de flux de service NE DOIT apparaître dans aucun des messages REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

#### **B.C.2.2.4.1 Paramètre erroné**

La valeur de ce paramètre indique le sous-type d'un paramètre erroné de flux de service demandé, contenu dans une demande de flux de service rejetée ou dans une réponse d'extension de nom de classe de service rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur de flux de service DOIT avoir exactement un TLV de paramètre erroné dans un codage d'erreur de flux de service donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[24/25].5.1	1	Sous-type de codage de flux de service erroné

#### **B.C.2.2.4.2 Code d'erreur**

Ce paramètre indique l'état de la demande. Une valeur différente de zéro correspond au code de confirmation décrit au § B.C.4. Un ensemble de paramètres d'erreur de flux de service DOIT avoir exactement un code d'erreur dans un codage d'erreur de flux de service donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[24/25].5.2	1	Code de confirmation

Une valeur OK (0) indique que la demande de classificateur a été efficace. Comme un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur ne s'applique qu'à des paramètres erronés, cette valeur NE DOIT PAS être utilisée.

#### **B.C.2.2.4.3 Message d'erreur**

Ce sous-type est facultatif dans un ensemble de paramètres d'erreur de flux de service. Sa présence indique qu'une chaîne de texte doit être affichée sur l'écran du CM et/ou insérée dans le fichier qui décrit plus en détail une demande de flux de service rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur de classificateur PEUT avoir 0 ou 1 sous-type de message d'erreur à l'intérieur d'un codage d'erreur de flux de service donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
[24/25].5.3	n	Chaîne de caractères ASCII terminée par zéro

NOTE 1 – La longueur n inclut le zéro terminal.

NOTE 2 – L'ensemble du message de codage de flux de service DOIT avoir une longueur totale inférieure à 256 caractères.

### **B.C.2.2.5 Codages des paramètres communs de qualité de service amont et aval**

Les autres paramètres de type 24 et 25 sont des paramètres de QS. Tout type de paramètre de QS donné DOIT apparaître zéro ou une seule fois par codage de flux de service.

#### **B.C.2.2.5.1 Priorité de trafic**

La valeur de ce paramètre spécifie la priorité attribuée à un flux de service. En présence de deux flux de service identiques dans tous les paramètres de QS sauf la priorité, le flux de service ayant la priorité la plus élevée DEVRAIT recevoir le délai le plus court et la plus haute préférence de mise en mémoire tampon. Pour les flux de service non identiques par ailleurs, le paramètre de priorité de trafic NE DEVRAIT PAS avoir priorité sur un paramètre de QS de flux de service concurrent. L'algorithme spécifique d'application de ce paramètre n'est pas prescrit ici.

Dans le cas des flux de service amont, le CMTS DEVRAIT utiliser ce paramètre lors de la détermination de la préséance d'une demande de service et d'une création d'attribution. Le CMTS DOIT de préférence choisir sur la base de cette priorité et de sa politique de demande/transmission (voir au § B.C.2.2.6.3) les opportunités de demande en concurrence pour les identifiants de service de demande de priorité (voir au § B.A.2.3).

Type	Longueur	Valeur
[24/25].7	1	0 à 7 (Un nombre plus élevé indique une priorité plus élevée)

NOTE – La priorité par défaut est 0.

#### **B.C.2.2.5.2 Débit maximal de trafic soutenu**

Il s'agit du paramètre d'intensité R d'un débit de paquets à limite de type remplissage de jetons. Le débit R est exprimé en bits par seconde et DOIT tenir compte de toutes les unités PDU de trame MAC du flux de service, à partir de l'octet qui suit la suppression HCS d'en-tête MAC jusqu'à la fin du CRC (voir Note 1). Le nombre des octets retransmis (en octets) au cours d'un intervalle T quelconque est limité par Max(T), comme décrit par l'expression ci-après:

$$Max(T) = T \times (R / 8) + B \quad (B.C.2.2.5.2-1)$$

où le paramètre B (en octets) est le réglage de configuration de rafale maximale de trafic (voir au § B.C.2.2.5.3).

NOTE 1 – La taille de charge utile comprend chaque PDU d'une trame MAC concaténée.

NOTE 2 – Ce paramètre ne limite pas le débit instantané du flux de service.

NOTE 3 – L'algorithme spécifique d'application de ce paramètre n'est pas prescrit ici. Toute implémentation répondant à l'équation ci-dessus est conforme.

NOTE 4 – Si ce paramètre est omis ou mis à zéro, il n'y a aucun débit maximal de trafic explicitement appliqué. Ce champ ne spécifie qu'une limite. Il ne garantit pas que ce débit est disponible.

##### **B.C.2.2.5.2.1 Débit maximal de trafic soutenu en amont**

Dans le cas d'un flux de service amont, le CM NE DOIT PAS, au cours d'un intervalle T quelconque, demander de largeur de bande dépassant la durée Max(T) prescrite dans l'équation (B.C.2.2.5.2-1) parce que cela pourrait forcer le CMTS à remplir des tableaux MAP avec des attributions différées.

Le CM DOIT différer les paquets amont qui violent l'équation B.C.2.2.5.2-1 et doit en "lisser le débit" de façon à satisfaire à cette équation, jusqu'à une limite implémentée par les restrictions du fournisseur concernant la mise en mémoire tampon.

Le CMTS DOIT appliquer l'équation B.C.2.2.5.2-1 à toutes les transmissions de données amont, y compris les données envoyées en concurrence. Le CMTS PEUT tenir compte des attributions inutilisées lors des calculs impliquant ce paramètre. Le CMTS PEUT appliquer cette limite au moyen de l'une des méthodes suivantes:

- a) en rejetant les demandes ayant dépassé la limite;
- b) en différant (au moyen d'attributions de longueur nulle) l'attribution jusqu'à ce qu'elle soit conforme à la limite autorisée;
- c) en rejetant les paquets de données ayant dépassé la limite.

Un CMTS DOIT signaler cette situation à un module de politique. Si le CMTS est en train d'effectuer un contrôle par rejet de paquets ou de demandes, ce CMTS DOIT allouer une marge d'erreur entre les algorithmes de CM et de CMTS.

Type	Longueur	Valeur
24.8	4	R (en bits par seconde)

#### B.C.2.2.5.2.2 Débit maximal de trafic constant en aval

Pour un flux de service aval, ce paramètre n'est applicable qu'au CMTS. Celui-ci DOIT appliquer l'équation B.C.2.2.5.2-1 à toutes les transmissions de données vers l'aval. Le CMTS NE DOIT PAS retransmettre de paquets vers l'aval violant l'équation B.C.2.2.5.2-1 dans un intervalle T quelconque. Le CMTS DEVRAIT "lisser le débit" du trafic aval en mettant en file d'attente les paquets arrivant avec un dépassement de l'équation B.C.2.2.5.2-1 et les différer jusqu'à ce que cette expression puisse être satisfaite.

Ce paramètre n'est pas destiné à être appliqué au CM.

Type	Longueur	Valeur
25.8	4	R (en bits par seconde)

#### B.C.2.2.5.3 Rafale maximale de trafic

La valeur de ce paramètre spécifie la longueur B (en octets) du remplissage de jetons pour ce flux de services comme décrit dans l'équation B.C.2.2.5.2-1. Cette valeur est calculée à partir de l'octet qui suit la suppression HCS d'en-tête MAC jusqu'à la fin du CRC (voir la Note 1).

NOTE 1 – La taille de charge utile comprend toute unité PDU dans une trame MAC concaténée.

La valeur minimale de B est de 1522 octets. Si ce paramètre est omis, la valeur de B par défaut est de 3044 octets. Ce paramètre n'a pas d'effet à moins qu'une valeur différente de zéro ait été fournie pour le paramètre Débit maximal de trafic soutenu.

Pour un flux de service amont, si B est suffisamment inférieur au paramètre Rafale concaténée maximale, l'application de l'équation de limite de débit limitera la taille maximale d'une rafale concaténée.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].9	4	B (octets)

NOTE 2 – L'algorithme spécifique d'application de ce paramètre n'est pas prescrit ici. Toute implémentation répondant à l'équation ci-dessus est conforme.

NOTE 3 – La valeur de ce paramètre affecte l'équilibre entre la latence des données perçue par une application individuelle, et les exigences d'ingénierie du trafic pour le réseau. Une valeur élevée tendra à réduire la latence introduite par la limitation de débit pour les applications ayant des schémas de trafic en



rafale. Une valeur faible tendra à étaler les rafales de données générées par de telles applications, ce qui peut être bénéfique pour l'ingénierie du trafic au sein du réseau.

#### **B.C.2.2.5.4 Débit minimal de trafic réservé**

Ce paramètre spécifie en bits par seconde le débit minimal réservé pour ce flux de service. Le CMTS DEVRAIT être capable de satisfaire les demandes de largeur de bande pour un flux de service jusqu'à son débit minimal de trafic réservé. Si une largeur de bande inférieure à son débit minimal de trafic réservé est demandée pour un flux de service, le CMTS PEUT réattribuer pour d'autres usages la largeur de bande réservée en excès. La valeur composite de débit minimal de trafic réservé calculée sur tous les flux de service PEUT dépasser la largeur de bande disponible. La valeur de ce paramètre est calculée à partir de l'octet qui suit la suppression HCS d'en-tête MAC jusqu'à la fin du CRC (voir la Note 1). Si ce paramètre est omis, il revient par défaut à la valeur de 0 bit/s (c'est-à-dire qu'aucune largeur de bande n'est réservée par défaut pour le flux).

NOTE 1 – La longueur de charge utile comprend toute unité PDU d'une trame MAC concaténée.

Ce champ n'est applicable que dans le CMTS et DOIT être appliqué par lui.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].10	4	

NOTE 2 – L'algorithme spécifique d'application de ce paramètre n'est pas prescrit ici.

#### **B.C.2.2.5.5 Taille de paquet théorique au débit minimal réservé**

La valeur de ce champ spécifie (en octets) une taille minimale théorique de paquet pour laquelle le débit minimal de trafic réservé sera fourni. Ce paramètre est défini comme étant le nombre d'octets qui suivent la suppression HCS d'en-tête MAC jusqu'à la fin du CRC (voir Note). Si le flux de service envoie des paquets de taille inférieure à cette valeur spécifiée, ces paquets seront traités comme ayant la taille spécifiée dans ce paramètre pour le calcul du débit minimal de trafic réservé et pour le calcul des nombres d'octets (par exemple les octets émis) qui pourront en fin de compte être utilisés pour la facturation.

NOTE – La taille de charge utile comprend toute unité PDU d'une trame MAC concaténée.

Le CMTS DOIT appliquer ce paramètre à son algorithme de débit minimal de trafic réservé. Ce paramètre est utilisé par le CMTS pour estimer la redondance de chaque paquet dans le flux de service.

Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut dépend de l'implémentation du CMTS.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].11	2	

#### **B.C.2.2.5.6 Temporisation des paramètres de QS actifs**

La valeur de ce paramètre spécifie la durée maximale pendant laquelle des ressources restent inutilisées dans un flux de service actif. S'il n'y a pas d'activité du flux de service dans cet intervalle de temps, le CMTS DOIT modifier les ensembles de paramètres de QS actif et admis pour leur donner la valeur néant. Le CMTS DOIT signaler au CM cette modification de ressource par un message DSC-REQ.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].12	2	secondes

Ce paramètre DOIT être appliqué dans le CMTS et NE DEVRAIT PAS être appliqué dans le CM. Ce paramètre est traité par le CMTS pour tout ensemble de QS contenu dans des messages d'inscription et de service dynamique. Si ce paramètre est omis, la valeur est supposée être 0 par défaut (c'est-à-dire une temporisation infinie). La valeur spécifiée pour l'ensemble de paramètres de QS actif doit être inférieure ou égale à la valeur correspondante de l'ensemble de paramètres de QS admis, laquelle doit être inférieure ou égale à la valeur correspondante de l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition/autorisé. Si la valeur demandée est trop grande, le CMTS PEUT rejeter le message ou répondre avec une valeur inférieure à celle demandée. Si le message d'inscription ou de service dynamique est accepté par le CMTS et que le CM en accuse réception, le temporisateur des paramètres de QS actifs est chargé avec la nouvelle valeur de temporisation et est activé si le message active le flux de service associé. Il est désactivé si le message met l'ensemble de paramètres de QS actif à la valeur néant.

#### **B.C.2.2.5.7 Temporisation des paramètres de QS admis**

La valeur de ce paramètre spécifie la durée pendant laquelle le CMTS DOIT conserver des ressources pour un ensemble de paramètres de QS admis d'un flux de service, lorsque ces ressources sont en excès par rapport à l'ensemble de paramètres de QS actif. S'il n'y a pas de message DSC-REQ pour activer l'ensemble de paramètres de QS admis à l'intérieur de cet intervalle de temps, et s'il n'y a pas de message DSC pour rafraîchir les ensembles de paramètres de QS et relancer la temporisation (voir au § B.10.1.5.2), les ressources qui sont admises mais non activées DOIVENT être libérées et seules les ressources actives doivent être conservées. Le CMTS DOIT mettre l'ensemble de paramètres de QS admis à une valeur égale à l'ensemble de paramètres de QS actif pour le flux de service et lancer un échange de messages DSC-REQ avec le CM afin de l'informer de la modification.

Type	Longueur	Valeur
[24/25].13	2	Secondes

Ce paramètre DOIT être appliqué dans le CMTS et NE DEVRAIT PAS être appliqué dans le CM. Ce paramètre est traité par le CMTS pour tout ensemble de QS contenu dans des messages d'inscription et de service dynamique. Si ce paramètre est omis, la valeur est censée être 200 s par défaut. Une valeur de 0 signifie que le flux de service peut rester dans l'état admis pendant une durée infinie et qu'il NE DOIT PAS être périmé en raison de son inactivité. Cela dépend cependant de la commande de politique du CMTS. La valeur spécifiée pour l'ensemble de paramètres de QS actif doit être inférieure ou égale à la valeur correspondante de l'ensemble de paramètres de QS admis, laquelle doit être inférieure ou égale à la valeur correspondante de l'ensemble de paramètres de QS mis à disposition/autorisé. Si la valeur demandée est trop grande, le CMTS PEUT rejeter le message ou répondre avec une valeur inférieure à celle qui a été demandée. Si le message d'inscription ou de service dynamique est accepté par le CMTS et que le CM en accuse réception, le temporisateur des paramètres de QS actifs est chargé avec la nouvelle valeur de temporisation et est activé si le message admet des ressources supérieures à l'ensemble actif. Il est désactivé si le message rend l'ensemble de paramètres de QS actif égal à l'ensemble de paramètres de QS admis.

#### **B.C.2.2.5.8 Paramètres de QS spécifiques du fournisseur**

Ce champ permet aux fournisseurs de coder des paramètres de QS qui leur sont spécifiques. L'identifiant de fournisseur DOIT être le premier TLV imbriqué dans les paramètres de QS spécifiques du fournisseur. Si le premier TLV contenu dans les paramètres de QS spécifiques du fournisseur n'est pas un identifiant de fournisseur, ce TLV DOIT être rejeté. (Voir au § B.C.1.1.17.)

Type	Longueur	Valeur
[24/25].43	n	

### B.C.2.2.6 Codages des paramètres de QS spécifiques de l'amont

#### B.C.2.2.6.1 Rafale concaténée maximale

La valeur de ce paramètre spécifie (en octets) la rafale concaténée maximale admise pour un flux de service. Ce paramètre est calculé à partir de l'octet FC de l'en-tête MAC de concaténation jusqu'au dernier CRC de la trame MAC concaténée.

Une valeur 0 signifie qu'il n'y a pas de limite. Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut est 1522.

Ce champ n'est applicable qu'au CM. S'il est défini, ce paramètre DOIT être appliqué au CM.

NOTE 1 – Cette valeur n'inclut aucune redondance de couche Physique.

Type	Longueur	Valeur
24.14	2	

NOTE 2 – Ce qui précède ne s'applique qu'aux rafales concaténées. Il est correct et même utile de fixer cette taille au-dessous de la taille maximale de paquet Ethernet. Il est également correct de la fixer à une valeur égale ou supérieure à la taille maximale de paquet Ethernet.

NOTE 3 – La taille maximale d'une rafale concaténée peut aussi être limitée par l'application d'une limite de débit, si le paramètre Rafale de trafic maximale est assez petit, et par les limites sur la taille des attributions de données dans le message d'UCD.

#### B.C.2.2.6.2 Type de programmation d'un flux de service

La valeur de ce paramètre spécifie le service de programmation amont qui est utilisé pour les demandes de transmission et pour les transmissions de paquets vers l'amont. Si ce paramètre est omis, le service DOIT être supposé au mieux.

Ce paramètre n'est applicable qu'au CMTS. S'il est défini, ce paramètre DOIT être appliqué par le CMTS.

Type	Longueur	Valeur
24.15	1	0: valeur réservée 1: service indéfini (dépendant de l'implémentation de CMTS (voir Note) 2: service au mieux 3: service d'interrogation en temps différé 4: service d'interrogation en temps réel 5: service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité 6: service d'attribution non sollicitée 7 à 255: valeurs réservées pour utilisation future

NOTE – Le service de programmation spécifiquement dépendant de l'implémentation pourra être défini dans le champ 24.43 d'informations propres au fournisseur.

#### B.C.2.2.6.3 Politique de demande/transmission

La valeur de ce paramètre spécifie les opportunités de code IUC que le CM utilise pour les demandes de transmission et les transmissions de paquets en amont pour le flux de service considéré. Ce paramètre spécifie également si les demandes relatives à ce flux de service peuvent être portées avec des données et si des paquets de données émis dans ce flux de service peuvent être

concaténés, fragmentés ou avoir leur en-tête de charge utile supprimé. Pour le service UGS, ce paramètre spécifie également la façon de traiter les paquets qui ne s'intègrent pas dans l'attribution de service UGS. Voir au § B.10.2 les exigences relatives aux réglages des bits de ce paramètre pour chaque type de programmation de flux de service.

Ce paramètre est requis pour tous les types de programmation de flux de service sauf le service au mieux. S'il est omis dans un ensemble de paramètres de QS de service au mieux, la valeur par défaut 0 DOIT être utilisée. Le bit n° 0 a le poids le plus faible dans le champ de valeur. Les bits sont mis à 1 pour choisir le comportement défini ci-dessous:

Type	Longueur	Valeur
24.16	4	<p>Bit 0: le flux de service NE DOIT PAS utiliser les opportunités de demande en diffusion à "tous les CM".</p> <p>Bit 1: le flux de service NE DOIT PAS utiliser les opportunités de demande en diffusion groupée de priorité (voir au § B.A.2.3).</p> <p>Bit 2: le flux de service NE DOIT PAS utiliser les opportunités de demande/données pour les demandes.</p> <p>Bit 3: le flux de service NE DOIT PAS utiliser les opportunités de demande/données pour les données.</p> <p>Bit 4: le flux de service NE DOIT PAS faire porter de demandes par des données.</p> <p>Bit 5: le flux de service NE DOIT PAS concaténer de données.</p> <p>Bit 6: le flux de service NE DOIT PAS fragmenter de données.</p> <p>Bit 7: le flux de service NE DOIT PAS supprimer d'en-tête de charge utile.</p> <p>Bit 8: (Note 1) le flux de service DOIT abandonner les paquets qui ne s'intègrent pas dans la taille d'attribution non sollicitée (Note 2).</p> <p>Tous les autres bits sont des réservés.</p>

NOTE 1 – Ce bit ne s'applique qu'aux flux de service ayant le type de programmation de flux de service à attribution non sollicitée. Si ce bit est mis à un autre type de programmation de flux de service, il DOIT être ignoré.

NOTE 2 – Les paquets qui sont classés comme appartenant à un flux de service à attribution non sollicitée et qui dépassent la taille d'attribution associée à ce flux de service sont normalement transmis dans le flux de service primaire. Ce paramètre prend le pas sur ce comportement par défaut.

NOTE 3 – Les attributions de données peuvent être courtes ou longues.

#### **B.C.2.2.6.4 Intervalle nominal d'interrogation**

La valeur de ce paramètre spécifie l'intervalle nominal (en microsecondes) entre opportunités successives de demande en envoi individuel pour le flux de service considéré dans le canal amont. Ce paramètre est normalement adapté au service d'interrogation en temps réel et en temps différé.

Le moment idéal d'application de ce paramètre est défini par un temps de référence  $t_0$ , avec l'instant de transmission souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$ . L'instant d'interrogation réel,  $t'_i$ , DOIT être compris dans l'étendue  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ , où le terme "intervalle" est la valeur spécifiée par ce TLV et où le terme "gigue" est la gigue d'interrogation tolérée. La précision de l'instant idéal d'interrogation,  $t_i$ , est mesurée par rapport à l'horloge de référence du CMTS qui est utilisée pour produire les horodatages (voir au § B.9.3).

Ce champ n'est applicable qu'au CMTS. S'il est défini, ce paramètre DOIT être appliqué par le CMTS.

Type	Longueur	Valeur
24.17	4	secondes

#### B.C.2.2.6.5 Gigue d'interrogation tolérée

Les valeurs de ce paramètre spécifient la durée maximale pendant laquelle l'intervalle de demande en envoi individuel peut être différé par rapport à la période nominale (mesurée en microsecondes) pour le flux de service considéré.

Le moment idéal d'application de ce paramètre est défini par un temps de référence  $t_0$ , avec l'instant d'interrogation souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$ . L'instant d'interrogation réel,  $t'_i$ , DOIT être compris dans la gamme  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ , où le terme "gigue" est la valeur spécifiée par ce TLV et où le terme "intervalle" est la période nominale d'interrogation. La précision de l'instant idéal d'interrogation,  $t_i$ , est mesurée par rapport à l'horloge de référence du CMTS qui est utilisée pour produire les horodatages (voir au § B.9.3).

Ce paramètre n'est applicable qu'au CMTS. S'il est défini, ce paramètre représente un engagement de service (ou un critère d'admission) dans le CMTS.

Type	Longueur	Valeur
24.18	4	secondes

#### B.C.2.2.6.6 Largeur d'attribution non sollicitée

La valeur de ce paramètre spécifie en octets la largeur d'attribution non sollicitée, qui comprend l'unité PDU entière de données de trame MAC, depuis l'octet de commande de trame jusqu'à la fin de la trame MAC.

Ce paramètre est applicable dans le CMTS et DOIT y être appliqué.

Type	Longueur	Valeur
24.19	2	

NOTE – Pour le service UGS, ce paramètre devrait être utilisé par le CMTS pour calculer, en mini-intervalles, la taille de l'attribution non sollicitée.

#### B.C.2.2.6.7 Intervalle nominal d'attribution

La valeur de ce paramètre spécifie l'intervalle nominal (en microsecondes) qui s'écoule entre opportunités successives d'attribution de données pour le flux de service considéré. Ce paramètre est requis pour les flux de service de type attribution non sollicitée et de type attribution non sollicitée avec détection d'activité.

Le moment idéal d'application de ce paramètre est défini par un temps de référence  $t_0$ , avec l'instant d'interrogation souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$ . L'instant d'attribution réel,  $t'_i$ , DOIT être dans la gamme  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ , où "intervalle" est la valeur spécifiée par ce TLV et où "gigue" est la gigue d'attribution tolérée. Lorsque plusieurs attributions sont demandées dans un même intervalle, elles DOIVENT être toutes contenues dans cet intervalle, et donc l'intervalle nominal d'attribution et la gigue d'attribution tolérée DOIVENT être conservés par le CMTS pour toutes les attributions du flux de service considéré. La précision de l'instant idéal d'attribution,  $t_i$ , est mesurée par rapport à l'horloge de référence du CMTS qui est utilisée pour produire les horodatages (voir au § B.9.3).

Ce champ est obligatoire pour les types de programmation à attribution non sollicitée et à attribution non sollicitée avec détection d'activité. Ce champ n'est applicable que dans le CMTS et DOIT être appliqué par celui-ci.

Type	Longueur	Valeur
24.20	4	secondes

#### B.C.2.2.6.8 Gigue d'attribution tolérée

La valeur de ce paramètre spécifie la durée maximale pendant laquelle les opportunités de transmission peuvent être retardées par rapport à la période nominale (mesurée en microsecondes) pour le flux de service considéré.

Le moment idéal d'application de ce paramètre est défini par un temps de référence  $t_0$ , avec l'instant de transmission souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$ . L'opportunité de transmission réelle,  $t'_i$ , DOIT être comprise dans la gamme  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ , où "gigue" est la valeur spécifiée par ce TLV et où "intervalle" est l'intervalle d'attribution nominal. La précision de l'instant idéal d'attribution,  $t_i$ , est mesurée par rapport à l'horloge de référence du CMTS qui est utilisée pour produire les horodatages (voir au § B.9.3).

Ce champ est obligatoire pour les types de programmation à attribution non sollicitée et à attribution non sollicitée avec détection d'activité. Ce champ n'est applicable que dans le CMTS et DOIT être appliqué par celui-ci.

Type	Longueur	Valeur
24.21	4	secondes

#### B.C.2.2.6.9 Attributions par intervalle

Dans le service d'attribution non sollicitée, la valeur de ce paramètre indique le nombre réel d'attributions de données par intervalle nominal d'attribution. Dans le service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité, la valeur de ce paramètre indique le nombre maximal d'attributions actives par intervalle nominal d'attribution. Ce paramètre vise à permettre l'ajout de sessions à un flux de service à attribution non sollicitée existant au moyen du mécanisme de modification de service dynamique, sans influence défavorable sur les sessions déjà ouvertes.

Le moment idéal d'application de ce paramètre est défini par un temps de référence  $t_0$ , avec l'instant de transmission souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$ . L'instant d'attribution réel,  $t'_i$ , DOIT être compris dans la gamme  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ , où "intervalle" est l'intervalle d'attribution nominal et où "gigue" est la gigue d'attribution tolérée. Lorsque plusieurs attributions sont demandées dans un même intervalle, elles DOIVENT être toutes contenues dans cet intervalle. Et donc, l'intervalle nominal d'attribution et la gigue d'attribution tolérée DOIVENT être conservés par le CMTS pour toutes les attributions du flux de service considéré.

Ce champ est obligatoire pour les types de programmation à attribution non sollicitée et à attribution non sollicitée avec détection d'activité. Ce champ n'est applicable que dans le CMTS et DOIT être appliqué par celui-ci.

Type	Longueur	Valeur	Gamme valide
24.22	1	nombre d'attributions	0 à 127

#### B.C.2.2.6.10 Ecrasement du type de service IP

Le CMTS DOIT écraser les paquets IP dont l'octet de ToS a la valeur "orig-ip-tos" pour inscrire la valeur "new-ip-tos", où "new-ip-tos" = [(orig-ip-tos ET tos-and-mask) OU tos-or-mask]. Si ce paramètre est omis, l'octet de ToS du paquet IP n'est pas écrasé.

Ce paramètre n'est applicable que dans le CMTS. S'il est défini, ce paramètre DOIT être appliqué par le CMTS.

Type	Longueur	Valeur
24.23	2	tos-and-mask, tos-or-mask

#### B.C.2.2.6.11 Référence temporelle d'attribution non sollicitée

Pour le service à attribution non sollicitée et pour le service à attribution non sollicitée avec détection d'activité, la valeur de ce paramètre spécifie un temps de référence  $t_0$  à partir duquel on peut calculer l'instant de transmission souhaité  $t_i = t_0 + i \times \text{intervalle}$  où "intervalle" est l'intervalle d'attribution nominal (voir au § B.C.2.2.6.7). Ce paramètre n'est applicable qu'aux messages transmis par le CMTS au CM, et seulement lorsqu'un flux de service UGS ou UGS-AD est rendu actif. C'est alors un paramètre obligatoire.

Type	Longueur	Valeur	gamme valide
24.24	4	horodatage du CMTS	0 à 4 294 967 295

L'horodatage spécifié dans ce paramètre représente un décompte de l'horloge maîtresse du CMTS à 10,24 MHz. Etant donné qu'un flux de service UGS ou UGS-AD est toujours activé avant transmission de ce paramètre au modem, le temps de référence  $t_0$  ne doit être interprété par le modem comme étant l'instant idéal de l'attribution suivante que si  $t_0$  fait suite à l'instant actuel. Si  $t_0$  précède l'instant actuel, le modem peut calculer comme suit le décalage entre l'instant actuel et l'instant idéal de l'attribution suivante:

$$\text{interval modules} = \frac{\text{current time} - t_0}{10,24}$$

où:

l'intervalle est exprimé en  $\mu\text{s}$ , l'instant actuel et  $t_0$  sont exprimés en unités de 10,24 MHz.

#### B.C.2.2.7 Codages des paramètres de QS spécifiques de l'aval

##### B.C.2.2.7.1 Latence aval maximale

La valeur de ce paramètre spécifie le temps de passage (latence) maximal entre la réception d'un paquet par le CMTS à son interface NSI et la transmission de ce paquet à son interface RF.

S'il est défini, ce paramètre représente un engagement de service (ou un critère d'admission) dans le CMTS et DOIT être garanti par le CMTS. Celui-ci n'est pas tenu de satisfaire à cet engagement de service pour les flux de service qui dépassent leur débit minimal de trafic réservé vers l'aval.

Type	Longueur	Valeur
25.14	4	$\mu\text{s}$

#### B.C.2.2.8 Suppression d'en-tête de charge utile

Ce champ définit les paramètres associés à la suppression d'en-tête de charge utile.

Type	Longueur	Valeur
26	n	

NOTE – L'ensemble du TLV de suppression d'en-tête de charge utile DOIT avoir une longueur inférieure à 255 caractères.

#### B.C.2.2.8.1 Référence de classificateur

La valeur de ce champ spécifie une référence de classificateur qui identifie le classificateur correspondant. (Voir au § B.C.2.1.3.1.)

Type	Longueur	Valeur
26.1	1	1 à 255

#### B.C.2.2.8.2 Identifiant du classificateur

La valeur de ce champ spécifie un identifiant de classificateur qui identifie le classificateur correspondant. (Voir au § B.C.2.1.3.2.)

Type	Longueur	Valeur
26.2	2	1 à 65535

#### B.C.2.2.8.3 Référence de flux de service

La valeur de ce champ spécifie une référence de flux de service qui identifie le flux de service correspondant. (Voir au § B.C.2.2.3.1.)

Type	Longueur	Valeur
26.3	2	1 à 65535

#### B.C.2.2.8.4 Identifiant de flux de service

La valeur de ce champ spécifie l'identifiant de flux de service qui identifie le flux de service auquel la règle de suppression PHS s'applique.

Type	Longueur	Valeur
26.4	4	1 à 4 294 967 295

#### B.C.2.2.8.5 Action de modification d'un service dynamique

Lorsque ce champ est reçu dans une demande de modification de service dynamique (DSC), il indique l'action qui DOIT être effectuée avec cette chaîne d'octet de suppression d'en-tête de charge utile.

Type	Longueur	Valeur
26.5	1	0: ajout de règle PHS 1: établir la règle PHS 2: supprimer la règle PHS 3: supprimer toutes les règles PHS

La commande "établir la règle PHS" sert à ajouter des TLV spécifiques à une règle PHS partiellement définie. Une règle PHS est partiellement définie lorsque les valeurs de PHSF et PHSS ne sont pas toutes deux connues. Une règle PHS devient totalement définie lorsque les valeurs PHSF et PHSS sont toutes deux connues. Une fois qu'une règle PHS est totalement définie, la commande "établir la règle PHS" NE DOIT PAS être utilisée pour modifier des TLV existants.



La commande "Supprimer toutes les règles PHS" sert à supprimer toutes les règles PHS pour un flux de service spécifié. Voir au § B.8.3.15 les détails sur les paramètres PHS requis dans une demande DSC-REQ lors de l'utilisation de cette option.

NOTE – Une tentative d'ajout de règle PHS déjà existante est une situation d'erreur.

#### **B.C.2.2.9 Codages d'erreur de suppression d'en-tête de charge utile**

Ce champ définit les paramètres associés aux erreurs de suppression d'en-tête de charge utile.

Type	Longueur	Valeur
26.6	n	

Un codage d'erreur de suppression d'en-tête de charge utile se compose d'un unique ensemble de paramètres d'erreur PHS qui est défini par les paramètres individuels suivants: paramètre erroné, code de confirmation, message d'erreur.

Le codage d'erreur PHS est renvoyé dans un message REG-RSP, DSA-RSP et DSC-RSP afin d'indiquer la cause de la réponse négative du destinataire à une demande d'établissement de règle PHS dans un message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

En cas d'échec, la réponse REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP DOIT inclure un seul codage d'erreur PHS pour au moins une règle PHS défaillante après demande dans le message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ. Un codage d'erreur PHS pour la règle PHS défaillante DOIT comprendre les paramètres code de confirmation et paramètre erroné et PEUT comprendre un message d'erreur. Si certains ensembles de règles PHS sont rejetés alors que d'autres sont acceptés, les codages d'erreur PHS ne DOIVENT être inclus que pour les règles PHS rejetées. En cas de réussite de la transaction entière, le message RSP ou ACK NE DOIT PAS comprendre de codage d'erreur PHS.

Plusieurs codages d'erreur PHS PEUVENT apparaître dans un message REG-RSP, DSA-RSP ou DSC-RSP car plusieurs paramètres PHS peuvent être erronés. Un message ne contenant qu'un seul codage d'erreur PHS NE DOIT PAS contenir d'autres codages de suppression d'en-tête de charge utile de protocole (par exemple, IP, IEEE 802.1P/Q).

Aucun codage d'erreur PHS NE DOIT apparaître dans un message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ.

##### **B.C.2.2.9.1 Paramètre erroné**

La valeur de ce paramètre identifie le sous-type d'un paramètre PHS demandé par erreur dans une demande PHS rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur PHS DOIT avoir exactement un seul TLV Paramètre erroné dans un codage d'erreur PHS donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
26.6.1	1	Sous-type erroné de codage de suppression d'en-tête de charge utile

##### **B.C.2.2.9.2 Code d'erreur**

Ce paramètre indique l'état de la demande. Une valeur autre que zéro correspond au code de confirmation décrit au § B.C.4. Un ensemble de paramètres d'erreur PHS DOIT avoir exactement un seul code d'erreur dans un codage d'erreur PHS donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
26.6.2	1	Code de confirmation

Une valeur OK (0) indique que la demande PHS a été efficace. Comme un ensemble de paramètres d'erreur PHS ne s'applique qu'aux paramètres erronés, cette valeur NE DOIT PAS être utilisée.

### B.C.2.2.9.3 Message d'erreur

Ce sous-type est facultatif dans un ensemble de paramètres d'erreur PHS. Sa présence indique qu'une chaîne alphanumérique doit être affichée sur l'écran du CM et/ou insérée dans le fichier qui décrit plus en détail une demande de suppression PHS rejetée. Un ensemble de paramètres d'erreur PHS PEUT avoir 0 ou 1 sous-type de message d'erreur à l'intérieur d'un codage d'erreur de suppression PHS donné.

Sous-type	Longueur	Valeur
26.6.3	n	Chaîne de caractères ASCII terminée par zéro

NOTE 1 – La longueur n inclut le zéro terminal.

NOTE 2 – L'ensemble du message de codage de suppression PHS DOIT avoir une longueur totale inférieure à 256 caractères.

### B.C.2.2.10 Codages de règle de suppression d'en-tête de charge utile

#### B.C.2.2.10.1 Champ de suppression d'en-tête de charge utile (PHSF)

La valeur de ce champ est constituée des octets d'en-tête qui DOIVENT être supprimés par l'entité expéditrice et qui DOIVENT être rétablis par l'entité réceptrice. En amont, le champ de suppression d'en-tête de charge utile (PHSF, *payload header suppression field*) correspond à la chaîne d'octets d'unité PDU qui commence par le premier octet après la somme de contrôle d'en-tête de commande MAC. En aval, le champ PHSF correspond à la chaîne d'octets d'unité PDU qui commence par le 13<sup>e</sup> octet après la somme de contrôle d'en-tête. Cette chaîne d'octets comporte aussi bien les octets supprimés que les octets non supprimés de l'en-tête d'unité PDU. La valeur des octets non supprimés dans le champ PHSF dépend de l'implémentation.

L'ordre des octets dans le champ de valeur de la chaîne de TLV de PHSF DOIT suivre la séquence suivante:

*amont*

MSB de la valeur PHSF = 1<sup>er</sup> octet de l'unité PDU

2<sup>e</sup> MSB de la valeur PHSF = 2<sup>e</sup> octet de l'unité PDU

...

n<sup>e</sup> octet de PHSF (LSB de la valeur PHSF) = n<sup>e</sup> octet de l'unité PDU

*aval*

MSB de la valeur PHSF = 13<sup>e</sup> octet de l'unité PDU

2<sup>e</sup> MSB de la valeur PHSF = 14<sup>e</sup> octet de l'unité PDU

...

n<sup>e</sup> octet de PHSF (LSB de la valeur PHSF) = (n + 13<sup>e</sup>) octet de l'unité PDU

Type	Longueur	Valeur
26.7	n	Chaîne des octets supprimés

La longueur n DOIT toujours être égale à la valeur du champ PHSS.

### B.C.2.2.10.2 Indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI)

L'indice de suppression d'en-tête de charge utile (PHSI, *payload header suppression index*) a une valeur comprise entre 1 et 255, qui renvoie de façon univoque à la chaîne d'octets supprimée. Cet indice est unique par flux de service dans le sens amont et unique par CM dans le sens aval. Les valeurs PHSI amont et aval sont indépendantes.

Type	Longueur	Valeur
26.8	1	Valeur de l'indice

### B.C.2.2.10.3 Gabarit de suppression d'en-tête de charge utile (PHSM)

La valeur de ce champ sert à interpréter les valeurs contenues dans le champ de suppression d'en-tête de charge utile. Elle est utilisée par les deux entités de la liaison: émettrice et réceptrice. Le champ (PHSM, *payload header suppression mask*) permet d'exclure de la suppression des champs tels que les numéros de séquence ou les sommes de contrôle dont la valeur est variable, tandis que les octets constants qui les entourent sont supprimés.

Type	Longueur	Valeur
26.9	n	bit 0: 0 = ne pas supprimer le premier octet du champ de suppression. 1 = supprimer le premier octet du champ de suppression. bit 1: 0 = ne pas supprimer le deuxième octet du champ de suppression. 1 = supprimer le deuxième octet du champ de suppression. bit x: 0 = ne pas supprimer (x+1) octet du champ de suppression. 1 = supprimer (x+1) octet du champ de suppression.

La longueur n est le plafond (PHSS/8). Le bit 0 est le MSB du champ de valeur. La valeur de chaque bit séquentiel contenu dans le gabarit PHSM est un attribut de l'octet séquentiel correspondant dans le champ PHSF.

Si la valeur du bit est "1" (et que la vérification réussit ou est désactivée), l'entité expéditrice DOIT supprimer l'octet et l'entité réceptrice DOIT rétablir cet octet d'après son champ PHSF mis en mémoire cache. Si la valeur du bit est "0", l'entité expéditrice NE DOIT PAS supprimer l'octet et l'entité réceptrice DOIT rétablir celui-ci au moyen de l'octet suivant dans le paquet.

Si ce TLV n'est pas inclus, le comportement par défaut est la suppression de tous les octets.

### B.C.2.2.10.4 Longueur de trame de suppression d'en-tête de charge utile (PHSS)

La valeur de ce champ indique le nombre total d'octets contenus dans le champ de suppression d'en-tête de charge utile (PHSF) pour un flux de service utilisant cette suppression.

Type	Longueur	Valeur
26.10	1	Nombre d'octets dans la chaîne de suppression

Ce TLV est utilisé lors de la création d'un flux de service. Pour tous les paquets qui se trouvent classifiés et attribués à un flux de service avec activation de la suppression d'en-tête de charge utile, la suppression DOIT être effectuée sur le nombre d'octets spécifié par le champ (PHSS, *payload header suppression size*) et conformément au champ PHSM. Si ce TLV est inclus dans une définition de flux de service avec une valeur de 0 octet, la suppression d'en-tête de charge utile est désactivée. Une valeur différente de zéro indique l'activation de la suppression d'en-tête de charge utile. Jusqu'à ce que la valeur PHSS soit connue, la règle PHS est considérée comme partiellement

définie et la suppression n'est pas effectuée. Une règle PHS devient entièrement définie lorsque les deux champs PHSS et PHSF sont connus.

#### B.C.2.2.10.5 Vérification de suppression d'en-tête de charge utile (PHSV)

La valeur de ce champ indique à l'entité expéditrice si le contenu de l'en-tête de paquet doit être vérifié avant d'exécuter la suppression. Si le champ (PHSV, *payload header suppression verification*) est activé, l'expéditeur DOIT comparer les octets contenus dans l'en-tête de paquet avec ceux du champ PHSF qui doivent être supprimés comme indiqué par le champ PHSM.

Type	Longueur	Valeur
26.11	1	0: vérifier 1: ne pas vérifier

Si ce TLV n'est pas inclus, la valeur par défaut est "vérifier". Seul l'expéditeur DOIT vérifier les octets supprimés. Si la vérification échoue, l'en-tête de charge utile NE DOIT PAS être supprimé (voir au § B.10.4.3).

#### B.C.2.2.10.6 Paramètres de PHS spécifiques du fournisseur

Ce champ permet aux fournisseurs de coder des paramètres de PHS qui leur sont propres. L'identifiant de fournisseur DOIT être le premier TLV inséré dans ce champ. Si le premier TLV contenu dans ce champ n'est pas un ID de fournisseur, ce TLV DOIT être écarté (voir au § B.C.1.1.17).

Type	Longueur	Valeur
26.43	n	

### B.C.3 Codages pour autres interfaces

#### B.C.3.1 Option de réglage téléphonique

Ce réglage de configuration décrit les paramètres qui sont propres aux systèmes de retour téléphoniques. Il se compose d'un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés. Voir [UIT-T J.125].

Type	Longueur	Valeur
15 (= TRI_CFG01)	n	

#### B.C.3.2 Option de réglage de configuration de confidentialité de base

Ce réglage de configuration décrit les paramètres qui sont propres à la confidentialité de base. Il se compose d'un certain nombre de champs type/longueur/valeur encapsulés. Voir [UIT-T J.125].

Type	Longueur	Valeur
17 (= BP_CFG)	n	

### B.C.4 Code de confirmation

Le code de confirmation (CC) offre un moyen commun pour indiquer les échecs des messages de gestion MAC de réponse d'inscription, d'accusé de réception d'inscription, de réponse d'ajout de service dynamique, d'accusé de réception d'ajout de service dynamique, de réponse de suppression de service dynamique, de réponse de modification de service dynamique et d'accusé de réception de

modification de service dynamique. Les codes de confirmation de ce paragraphe sont utilisés aussi bien comme codes de confirmation que comme codes d'erreur dans les codages d'ensemble d'erreurs qui peuvent être acheminés dans ces messages.

Liste des codes de confirmation:

- OK/réussite(0);
- rejet-autre(1);
- rejet-réglage-de-configuration-non-reconnu(2);
- rejet-temporaire/rejet-ressource(3);
- rejet-permanent/rejet-admin(4);
- rejet-pas-détenteur(5) ;
- rejet-flux-de-service-absent(6);
- rejet-flux-de-service-existe(7);
- rejet-paramètre-requis-absent(8);
- rejet-suppression-d'en-tête(9);
- rejet-identifiant-de-transaction-inconnu(10);
- rejet-échec-d'authentification (11);
- rejet-ajout-abandonné(12);
- rejet-erreurs-multiples(13);
- rejet-classificateur-absent(14);
- rejet-classificateur-existe(15);
- rejet-Règle-PHS-absente(16);
- rejet-Règle-PHS-existe(17);
- rejet-dupliquer-ID-ou-indice-de-référence-dans-message(18);
- rejet-flux-de-service-multiples-amont(19);
- rejet-flux-de-service-multiples-aval(20);
- rejet-classificateur-pour-un-autre-flux-de-service(21);
- rejet-PHS-pour-un-autre-flux-de-service(22);
- rejet-paramètre-non-valide-pour-contexte(23);
- rejet-échec-d'autorisation(24);
- rejet-DCC-temporaire(25).

Les codes de confirmation DOIVENT être utilisés comme suit:

- OK/réussite(0) = le message a été reçu et a été efficace.
- Rejet-autre(1) = code utilisé lorsque aucun autre code de cause n'est applicable.
- Rejet-réglage-de-configuration-non-reconnu(2) = code utilisé lorsqu'un réglage de configuration n'est pas reconnu ou lorsque sa valeur est extérieure à la gamme spécifiée.
- Rejet-temporaire/rejet-ressource(3) = le chargement actuel du CMTS ou du CM empêche de satisfaire la demande mais celle-ci pourra réussir une autre fois.
- Rejet-permanent/rejet-admin(4) = pour des raisons de politique, de configuration ou de capacités, la demande ne sera jamais satisfaite à moins que le CMTS ou le CM ne soit reconfiguré ou remplacé manuellement.
- Rejet-pas-détenteur(5) = le demandeur n'est pas associé au flux de service considéré.
- Rejet-flux-de-service-absent(6) = le flux de service indiqué dans la demande n'existe pas.

- Rejet-flux-de-service-existe(7) = le flux de service à ajouter existe déjà.
- Rejet-paramètre-requis-absent(8) = un paramètre requis a été omis.
- Rejet-suppression-d'en-tête(9) = la suppression d'en-tête demandée ne peut pas être prise en charge pour une raison ou une autre.
- Rejet-identifiant-de-transaction-inconnu(10) = la continuation de la transaction demandée est non valide parce que l'extrémité réceptrice ne considère pas la transaction comme étant "en cours de traitement" (c'est-à-dire que le message est inattendu ou hors séquence).
- Rejet-échec-d'authentification(11) = la transaction demandée a été rejetée parce que le message contenait un précis HMAC, un MIC de CMTS, une adresse IP mise à disposition, ou un horodatage non valide.
- Rejet-ajout-abandonné(12) = l'ajout d'un flux de service dynamique a été abandonné par son initiateur.
- Rejet-erreurs-multiples(13) = plusieurs erreurs ont été détectées.
- Rejet-classificateur-absent(14) = la demande contient un identifiant de classificateur non reconnu.
- Rejet-classificateur-existe(15) = l'identifiant d'un classificateur à ajouter existe déjà.
- Rejet-Règle-PHS-absente(16) = la demande contient une paire identifiant SFID/identifiant de classificateur pour laquelle aucune règle PHS n'existe.
- Rejet-Règle-PHS-existe(17) = la demande d'ajouter une règle PHS contient une paire identifiant SFID/identifiant de classificateur pour laquelle une règle PHS existe déjà.
- Rejet-dupliquer-ID-ou-indice-de-référence-dans-message(18) = la demande a utilisé deux fois de manière illégale une référence de flux de service, une référence de classificateur, un identifiant de flux de service ou un identifiant de classificateur.
- Rejet-flux-de-service-multiples-amont(19) = code utilisé lorsqu'un message DSA/DSC contient des paramètres pour plusieurs flux de service amont.
- Rejet-flux-de-service-multiples-aval(20) = code utilisé lorsqu'un message DSA/DSC contient des paramètres pour plusieurs flux de service aval.
- Rejet-classificateur-pour-un-autre-flux-de-service(21) = code utilisé dans une réponse DSA-RSP lorsque la demande DSA-REQ contient des paramètres de classificateur pour un flux de service autre que le ou les nouveaux flux de service en cours d'ajout par message DSA.
- Rejet-PHS-pour-un-autre-flux-de-service(22) = code utilisé dans une réponse DSA-RSP lorsque la demande DSA-REQ contient une règle PHS pour flux de service autre que le ou les nouveaux flux de service en cours d'ajout par message DSA.
- Rejet-paramètre-non-valide-pour-contexte(23) = le paramètre fourni ne peut pas être utilisé dans le codage où il a été inclus ou la valeur d'un paramètre est non valide pour le codage où elle a été incluse.
- Rejet-échec-d'autorisation(24) = la transaction demandée a été rejetée par le module d'autorisation.
- Rejet-DCC-temporaire(25) = les ressources demandées ne sont pas disponibles dans les canaux actuellement ouverts et le CM doit les redemander dans de nouveaux canaux après avoir effectué une modification de canal en réponse à une commande DCC que le CMTS enverra. Si aucune commande DCC n'est reçue, le CM doit attendre pendant au moins T14 avant de redemander les ressources dans les canaux actuellement ouverts.

#### **B.C.4.1 Codes de confirmation pour modification dynamique de canal**

Le CM peut renvoyer, dans le message DCC-RSP, un code de rejet approprié selon le § B.C.4. Il peut également renvoyer un des codes de confirmation suivants, qui sont uniques pour chaque réponse DCC-RSP:

- départ(180);
- arrivée(181);
- rejet-déjà-présent(182).

Les codes de confirmation DOIVENT être utilisés comme suit:

- départ(180) = le CM est dans l'ancien canal et va effectuer le saut vers le nouveau canal;
- arrivée(181) = le CM a effectué le saut et est arrivé dans le nouveau canal;
- rejet-déjà-présent(182) = le CMTS a demandé au CM de passer sur un canal qu'il occupe déjà.

#### **B.C.4.2 Codes de confirmation pour erreurs majeures**

Ces codes de confirmation de message ne DOIVENT être utilisés que dans les messages REG-ACK, DSA-RSP, DSA-ACK, DSC-RSP ou DSC-ACK, ou en tant que code de réponse dans les messages REG-RSP pour CM de type 1.1. En général, les erreurs associées à ces codes de confirmation rendent impossible de produire un ensemble d'erreurs qui puisse être associé de manière univoque à un ensemble de paramètres dans le message REG-REQ, DSA-REQ ou DSC-REQ, ou de produire un message RSP complet.

- rejet-erreur-majeure-de-flux-de-service(200);
- rejet-erreur-majeure-de-classificateur(201);
- rejet-erreur-majeure-de-règle PHS(202);
- rejet-erreurs-majeures-multiples(203);
- rejet-erreur-syntaxique-de-message(204);
- rejet-erreur-de-flux-de-service-primaire(205);
- rejet-message-trop-long(206);
- rejet-capacités-de-modem-non-valides(207).

Ces codes de confirmation NE DOIVENT être utilisés que de la manière suivante:

- rejet-erreur-majeure-de-flux-de-service(200) = le message REQ ne possédait pas de référence ou d'identifiant de flux de service (SFR ou SFID) dans un codage de flux de service et ces erreurs majeures de flux de service étaient les seules erreurs majeures;
- rejet-erreur-majeure-de-classificateur(201) = le message REQ n'avait pas de référence de classificateur ou n'avait ni identifiant de classificateur ni identifiant de flux de service et ces erreurs majeures de classificateur étaient les seules erreurs majeures;
- rejet-erreur-majeure-de-règle-PHS(202) = le message REQ n'avait ni référence/identifiant de flux de service ni référence/identifiant de classificateur et ces erreurs majeures de règle PHS étaient les seules erreurs majeures;
- rejet-erreurs-majeures-multiples(203) = le message REQ contenait plusieurs erreurs majeures des types 200, 201, 202;
- rejet-erreur-syntaxique-de-message(204) = le message REQ contenait une ou plusieurs erreurs syntaxiques (par exemple une erreur de longueur de TLV) ce qui a provoqué un échec d'analyse;

- rejet-erreur-de-flux-de-service-primaire(205) = un message REG-REQ ou REG-RSP n'a pas défini un flux de service primaire ou un flux de service primaire requis n'a pas été spécifié comme étant actif;
- rejet-message-trop-long(206) = la longueur du message nécessaire pour répondre dépasse la longueur maximale de message autorisée;
- rejet-capacités-de-modem-non-valides(207) = le message REG-REQ contenait soit une combinaison non valide de capacités de modem ou des capacités de modem incompatibles avec les services indiqués dans la demande REG.

## **Annexe B.D**

### **Spécification d'interface de configuration CM**

#### **B.D.1 Adressage IP de modem câble**

##### **B.D.1.1 Champs de protocole DHCP utilisés par le CM**

Les champs suivants DOIVENT être présents dans la demande DHCP issue du CM et DOIVENT être réglés comme indiqué ci-dessous:

- le type de matériel (*htype, hardware type*) DOIT être mis à 1 (Ethernet);
- la longueur du matériel (*hlen, hardware length*) DOIT être mise à 6;
- l'adresse du matériel client (*chaddr*) DOIT être mise à l'adresse MAC de 48 bits associée à l'interface RF du CM;
- l'option "identifiant de client" DOIT être incluse, avec le type de matériel mis à 1, et la valeur doit être mise à la même adresse MAC de 48 bits que le champ *chaddr*;
- code d'option 60 (identifiant de classe de fournisseur): pour permettre la différenciation entre demandes de CM de types DOCSIS 1.1 et DOCSIS 1.0, un CM conforme DOIT envoyer la chaîne ASCII codée suivante dans le code d'option 60, "docsis1.1:xxxxxxx". Où "xxxxxx" DOIT être une représentation ASCII du codage hexadécimal des capacités de modem. Voir au § B.C.1.3.1. Par exemple, le codage ASCII des deux premiers TLV (concaténation et version DOCSIS) d'un modem DOCSIS 1.1 sera "05nn010101020101". Noter que beaucoup d'autres TLV sont requis pour un modem DOCSIS1.1 et que le champ "nn" contiendra la longueur de tous les TLV. Pour plus de simplicité, cet exemple ne montre que deux TLV;
- l'option "liste de demande de paramètres" DOIT être incluse. Les codes d'option qui DOIVENT être inclus dans cette liste sont les suivants:
  - code d'option 1 (gabarit de sous-réseau);
  - code d'option 2 (décalage temporel);
  - code d'option 3 (choix du routeur);
  - code d'option 4 (choix du serveur horaire);
  - code d'option 7 (choix du serveur d'inscription).



Les champs suivants sont attendus dans la réponse DHCP renvoyée au CM. Les champs identifiés comme critiques DOIVENT être présents dans la réponse DHCP, et les champs identifiés comme non critiques DEVRAIENT être présents. Le modem câble DOIT se configurer à l'aide des champs critiques provenant de la réponse DHCP, et s'ils sont présents, avec les champs non critiques.

- l'adresse IP à utiliser dans le CM (yiaddr) (critique).
- l'adresse IP du serveur TFTP à utiliser dans la phase suivante du processus d'amorçage (siaddr) (critique).
- l'adresse IP de l'agent-relais (giaddr) si le serveur DHCP est dans un réseau différent (nécessitant un agent-relais).  
NOTE – Cette adresse peut être différente de celle du routeur de premier bond (non critique).
- le nom du fichier de configuration CM que le serveur TFTP doit envoyer en lecture au CM (critique).
- le gabarit de sous-réseau à utiliser dans le CM (code d'option 1: gabarit de sous-réseau) (non critique).
- le décalage temporel du CM par rapport au temps universel coordonné (UTC, *universal coordinated time*) (code d'option 2: décalage temporel). Ce champ est utilisé par le CM pour calculer l'heure locale à insérer dans les journaux d'erreur d'horodatage (non critique).
- une liste d'adresses d'un ou de plusieurs routeurs à utiliser pour transmettre le trafic IP issu du CM (code d'option 3: choix du routeur). Le CM n'est pas tenu d'utiliser plus d'une adresse IP de routeur pour la retransmission mais il DOIT en utiliser au moins une (non critique).
- une liste de serveurs horaires [RFC 868] permettant d'obtenir l'heure courante (code d'option 4: choix du serveur horaire) (non critique).
- une liste de serveurs SYSLOG auxquels les informations de journalisation peuvent être envoyées (code d'option 7: choix du serveur SYSLOG); voir [SCTE4] (non critique).

Si un champ critique manque ou est non valide dans la réponse DHCP durant l'initialisation, le modem câble DOIT enregistrer une erreur et réinitialiser sa couche MAC et continuer l'exploration des canaux.

Si un champ non critique manque ou est non valide dans la réponse DHCP durant l'initialisation, le modem câble DOIT enregistrer un avertissement, ignorer le champ et passer en fonctionnement, avec les considérations suivantes:

- si le gabarit de sous-réseau est manquant ou non valide, le modem câble DOIT utiliser la valeur par défaut pour le protocole IP de classe A, B ou C comme défini dans la [RFC 791];
- si le serveur horaire manque ou est non valide, le modem câble DOIT initialiser l'heure pour les événements au premier janvier 1970 à 0 h 00.

Si le champ Adresse IP manque ou est non valide dans la réponse DHCP durant le renouvellement ou le rétablissement du lien, le modem câble doit enregistrer une erreur et réinitialiser sa couche MAC et continuer l'exploration des canaux.

Si un autre champ critique ou non critique manque ou est non valide dans la réponse DHCP durant le renouvellement ou le rétablissement du lien, le modem câble DOIT enregistrer un avertissement, ignorer le champ s'il est non valide et rester en fonctionnement.

Afin de faciliter, dans le serveur DHCP, la différenciation entre une demande de découverte de CM et une demande de découverte de LAN issue du côté d'un équipement CPE, un CMTS DOIT implémenter ce qui suit:

- tous les CMTS DOIVENT prendre en charge l'option d'information d'agent-relais DHCP, [RFC 3046]. Plus précisément, le CMTS DOIT inclure l'adresse MAC de 48 bits de

l'interface côté RF du CM produisant ou portant la demande de découverte DHCP dans le champ de sous-option d'identifiant distant d'agent, avant de faire suivre la découverte vers un serveur DHCP;

- si le CMTS est un routeur, il DOIT utiliser un champ d'adresse giaddr pour faire la différence entre le modem câble et une station côté CPE si ces éléments sont provisionnés de façon à se trouver dans des sous-réseaux IP différents. Les CMTS convertisseurs DEVRAIENT également assurer cette fonctionnalité.

## **B.D.2 Configuration de CM**

### **B.D.2.1 Format du fichier binaire de configuration CM**

Les données de configuration propres au CM DOIVENT être contenues dans un fichier qui est téléchargé par le CM via TFTP. C'est un fichier binaire dont le format est le même que celui défini pour les données DHCP d'extension de fournisseur [RFC 2132].

Ce format DOIT se composer d'un certain nombre de réglages de configuration (un par paramètre) dont chacun a la forme suivante:

Type    Longueur    Valeur

où:

Type est un identifiant codé sur un octet qui définit le paramètre;

Longueur est un octet indiquant la longueur du champ de valeur en octets (non compris les champs de type et de longueur);

Valeur est 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 train d'octets (sans marqueurs d'inscription).

Les réglages de configuration sont divisés en trois types:

- les réglages de configuration normale qui DOIVENT être présents;
- les réglages de configuration normale qui PEUVENT être présents;
- les réglages de configuration propres au fournisseur.

Les CM DOIVENT être capables de traiter tous les réglages de configuration normale. Les CM DOIVENT ignorer tout réglage de configuration présent dans le fichier de configuration qu'il ne peut pas interpréter. Pour permettre une gestion uniforme des CM conformes à l'Annexe B, ceux-ci DOIVENT prendre en charge au moins un fichier de configuration de 8192 octets.

L'authentification des informations de mise à disposition est assurée par deux réglages de configuration par vérification d'intégrité de message (MIC, *message integrity check*): la vérification MIC de CM et la vérification MIC de CMTS.

- La vérification MIC de CM est un résumé qui garantit que les données envoyées par le serveur de mise à disposition n'ont pas été modifiées en route. Il ne s'agit PAS d'un résumé authentifié (car il ne contient pas de secret partagé).
- La vérification MIC de CMTS est un résumé utilisé pour authentifier le serveur de mise à disposition du CMTS au cours de l'inscription. Elle est assurée par un certain nombre de champs dont l'un est un secret partagé entre le CMTS et le serveur de mise à disposition.

L'utilisation de la vérification MIC de CM permet au CMTS d'authentifier les données de mise à disposition sans qu'il soit nécessaire de recevoir le fichier entier.

La structure du fichier sera donc de la forme indiquée dans la Figure B.D-1:

Réglage de configuration 1	Réglage de configuration 2		Réglage de configuration n	Vérification MIC de CM	Vérification MIC de CMTS
----------------------------	----------------------------	--	----------------------------	------------------------	--------------------------

**Figure B.D-1/J.112 – Format du fichier de configuration binaire**

### **B.D.2.2 Réglages du fichier de configuration**

Les réglages de configuration suivants DOIVENT être inclus dans le fichier de configuration et DOIVENT être pris en charge par tous les CM. Le CM NE DOIT PAS envoyer de demande REG sur la base d'un fichier de configuration dans lequel ces éléments obligatoires font défaut.

- Réglage de configuration d'accès réseau;
- Réglage de configuration de vérification MIC du CM;
- Réglage de configuration de vérification MIC du CMTS;
- Réglage de configuration de fin de données;
- Réglage de configuration de classe de service DOCSIS 1.0;
- Réglage de configuration de flux de service amont;
- Réglage de configuration de flux de service aval.

NOTE 1 – Un CM de type DOCSIS 1.0 DOIT être configuré avec la classe de service DOCSIS 1.0. Un CM conforme à l'Annexe B ne DEVRAIT être provisionné avec les informations de configuration de classe de service DOCSIS 1.0 que s'il doit avoir le comportement d'un CM DOCSIS 1.0. Sinon, il DOIT être provisionné avec les réglages de configuration de flux de service.

Les réglages de configuration suivants PEUVENT être inclus dans le fichier de configuration et, s'ils sont présents, DOIVENT être pris en charge par tous les CM.

- Réglage de configuration de fréquence aval;
- Réglage de configuration d'identifiant de canal amont;
- Réglage de configuration de confidentialité de base;
- Réglage de configuration de nom du fichier de mise à jour des logiciels;
- Réglage de configuration de classification de paquet amont;
- Réglage de configuration de classification de paquet aval;
- Commande d'accès en écriture du protocole SNMP;
- Objet de base MIB du protocole SNMP;
- Adresse IP du serveur de logiciels;
- Adresse MAC du réseau Ethernet des équipements CPE;
- Nombre maximal d'équipements CPE;
- Nombre maximal de classificateurs;
- Réglage de configuration d'activation de la confidentialité;
- Suppression d'en-tête de charge utile;
- Horodatage de serveur TFTP;
- Adresse de modem mise à disposition par serveur TFTP;
- Réglage de configuration du bourrage;
- Récepteur de notification SNMPv3.

La configuration suivante PEUT être incluse dans le fichier de configuration et DOIT être prise en charge si elle est présente et applicable au type de modem considéré:

- option de réglages téléphoniques.

Le réglage de configuration suivant PEUT être inclus dans le fichier de configuration et PEUT être pris en charge par un CM s'il est présent:

- réglages de configuration propres au fournisseur.

NOTE 2 – Une limite est imposée à la longueur des trames de demande et de réponse d'inscription (voir au § B.8.2.5.2). La longueur du fichier de configuration ne devrait pas être telle qu'elle nécessite un dépassement de cette limite par le CM ou par le CMTS.

### B.D.2.3 Création du fichier de configuration

La séquence des opérations requises pour créer le fichier de configuration est décrite dans les Figures B.D-2 à B.D-5.

- 1) Création des entrées de type/longueur/valeur pour tous les paramètres requis par le CM.

Type, longueur, valeur pour le paramètre 1
Type, longueur, valeur pour le paramètre 2
Type, longueur, valeur pour le paramètre n

**Figure B.D-2/J.112 – Création d'entrées de TLV pour les paramètres requis par le CM**

- 2) Calcul du réglage de configuration de vérification d'intégrité de message (MIC) du CM comme défini au § B.D.2.3.1 et ajout au fichier après le dernier paramètre au moyen des valeurs de code et de longueur définies pour ce champ.

Type, longueur, valeur pour le paramètre 1
Type, longueur, valeur pour le paramètre 2
Type, longueur, valeur pour le paramètre n
Type, longueur, valeur pour la vérification MIC du CM

**Figure B.D-3/J.112 – Ajout de la vérification MIC du CM**

- 3) Calcul du réglage de configuration de vérification d'intégrité de message (MIC) du CM comme défini au § B.D.3.1 et ajout au fichier après la vérification MIC du CM, au moyen des valeurs de code et de longueur définies pour ce champ.

Type, longueur, valeur pour le paramètre 1
Type, longueur, valeur pour le paramètre 2
Type, longueur, valeur pour le paramètre n
Type, longueur, valeur pour la vérification MIC du CM
Type, longueur, valeur pour la vérification MIC du CMTS

**Figure B.D-4/J.112 – Ajout de la vérification MIC du CMTS**

4) Ajout du marqueur de fin de données.

Type, longueur, valeur pour le paramètre 1
Type, longueur, valeur pour le paramètre 2
...
Type, longueur, valeur pour le paramètre n
Type, longueur, valeur pour la vérification MIC du CM
Type, longueur, valeur pour la vérification MIC du CMTS
Marqueur de fin de données

**Figure B.D-5/J.112 – Ajout du marqueur de fin de données**

### **B.D.2.3.1 Calcul de la vérification MIC de CM**

Le réglage de configuration de vérification d'intégrité de message du CM DOIT être calculé par exécution d'un résumé MD5 à partir des octets des champs de réglage de configuration tels qu'ils apparaissent dans l'image reçue par TFTP, quelque soit l'ordre ou le contenu des TLV, à deux exceptions près:

- 1) les octets du TLV (champs de type, longueur et valeur) de vérification MIC du CM proprement dit sont omis du calcul;
- 2) les octets du TLV (champs de type, longueur et valeur) de vérification MIC du CM proprement dit sont omis du calcul.

Dès réception d'un fichier de configuration, le CM DOIT recalculer le résumé et le comparer au réglage de configuration de vérification MIC du CM contenu dans le fichier. Si le résumé ne concorde pas, le fichier de configuration DOIT être rejeté.

### **B.D.3 Vérification de configuration**

Il est nécessaire de vérifier que le fichier de configuration du CM provient d'une source de confiance. Le CMTS et le serveur de configuration partagent donc une chaîne d'authentification qui leur sert à vérifier des portions de la configuration du CM contenues dans la demande d'inscription.

#### **B.D.3.1 Calcul de vérification MIC de CMTS**

Le réglage de configuration de vérification d'intégrité de message du CMTS DOIT être calculé en effectuant un résumé MD5 à partir des octets des champs de réglage de configuration suivants, s'ils sont présents dans le fichier de configuration, dans l'ordre indiqué:

- réglage de configuration de fréquence aval;
- réglage de configuration d'identifiant de canal amont;
- réglage de configuration d'accès au réseau;
- réglage de configuration de classe de service DOCSIS 1.0;
- réglage de configuration de confidentialité de base;
- réglages de configuration propres au fournisseur;
- réglage de configuration de vérification MIC du CM;
- nombre maximal d'équipements CPE;
- marqueur temporel de serveur TFTP;
- adresse de modem mise à disposition par serveur TFTP;
- réglage de classification de paquets amont;
- réglage de classification de paquets aval;
- réglage de configuration de flux de service amont;

- réglage de configuration de flux de service aval;
- nombre maximal de classificateurs;
- réglage de configuration d'activation de la confidentialité;
- suppression d'en-tête de charge utile;
- commande de gestion d'abonné;
- tableau d'adresses IP d'équipements CPE de gestion d'abonné;
- groupes de filtrage de gestion d'abonné.

La liste ci-dessus spécifie l'ordre des opérations pendant le calcul de la vérification MIC du CMTS sur les champs "Type" de réglage de configuration. Le CMTS DOIT calculer la vérification MIC du CMTS sur les TLV du même "Type", dans l'ordre de leur réception. Au sein de ces champs "Type", le CMTS DOIT calculer la vérification MIC du CMTS sur les sous-types, dans l'ordre de leur réception. Afin que le calcul MIC du CMTS soit correct, le CM NE DOIT PAS modifier, dans son message de demande d'inscription, l'ordre des TLV de fichier de configuration de même "Type" ou "Sous-type" d'un type donné.

Tous les champs de réglage de configuration DOIVENT être traités, lors du calcul de vérification MIC du CM, comme s'ils contenaient des données contiguës.

Le résumé DOIT être ajouté au fichier de configuration en tant que champ de réglage de configuration propre au moyen du codage de réglage de configuration MIC du CMTS.

La chaîne d'authentification est un secret partagé entre le serveur de mise à disposition (qui crée les fichiers de configuration) et le CMTS. Elle permet à celui-ci d'authentifier l'approvisionnement du CM. La chaîne d'authentification doit être utilisée comme clé dans le calcul du résumé de vérification MIC à clés du CMTS, comme indiqué au § B.D.3.1.1.

Le mécanisme de gestion du secret partagé relève de l'opérateur du système.

Dès réception d'un fichier de configuration, le CM DOIT transmettre la vérification MIC du CMTS dans le cadre de la demande d'inscription (REG-REQ).

Dès réception d'un message REG-REQ, le CMTS DOIT recalculer le résumé à partir des champs inclus et de la chaîne d'authentification, puis le comparer au réglage de configuration contenu dans le fichier pour la vérification MIC du CMTS. Si les résumés ne concordent pas, la demande d'inscription DOIT être rejetée par insertion du résultat "échec d'authentification" dans le champ d'état de réponse d'inscription.

#### **B.D.3.1.1 Calcul du résumé**

Le champ résumé MIC du CMTS DOIT être calculé au moyen de l'algorithme HMAC-MD5 défini dans la [RFC 2104].

## Annexe B.E

### Définition du service de couche MAC

L'Annexe B.E est informative. En cas de divergence entre cette annexe et une clause normative de la présente Recommandation, la clause normative a priorité.

#### B.E.1 Aperçu général du service de couche MAC

La couche MAC de la spécification DOCSIS offre aux services de couche supérieure une interface avec les services des protocoles. Les services de couche supérieure peuvent par exemple être un pont DOCSIS, des applications imbriquées (par exemple VoIP/Packetcable), une interface de serveur (par exemple un adaptateur NIC avec pilote NDIS), et des routeurs de couche 3 (par exemple un routeur IP).

L'interface du service de couche MAC définit la stratification fonctionnelle entre le service de couche supérieure et la couche MAC. En tant que telle, elle définit les fonctionnalités de la couche MAC qui est fournie par les protocoles MAC sous-jacents. Cette interface relève des protocoles et non d'une implémentation spécifique.

Les services de transmission de données suivants sont assurés par l'interface de service MAC:

- un service MAC existe pour classifier et transmettre des paquets à des flux de service MAC;
- un service MAC existe pour recevoir des paquets issus de flux de service MAC. Ces paquets PEUVENT être reçus avec des en-têtes supprimés;
- un service MAC existe pour émettre et recevoir des paquets avec en-têtes supprimés. Les en-têtes des paquets émis sont supprimés sur la base de leur concordance avec des règles de classificateur. Les en-têtes supprimés des paquets reçus sont régénérés sur la base d'un indice d'en-tête de paquet qui est négocié entre le CM et le CMTS;
- un service MAC existe pour synchroniser les rythmes d'attribution entre la couche MAC et le service de couche supérieure. Cette synchronisation d'horloges est requise pour des applications comme les clients VoIP "Packetcable" imbriqués dans lesquelles la période de mise en paquets doit être synchronisée avec l'arrivée d'attributions programmées en provenance du système CMTS;
- un service MAC existe pour la synchronisation de l'horloge de couche supérieure avec l'horloge de référence pilotée par le CMTS.

Il y a lieu de noter qu'un service de filtrage fondé sur un pare-feu et une politique peut être inséré entre la couche MAC et le service de couche supérieure mais un tel service n'est pas modélisé dans la présente définition de service MAC.

Les services de commande suivants sont fournis par l'interface de service MAC:

- un service MAC existe pour que la couche supérieure apprenne l'existence, au moment de l'inscription, de flux de service et de réglages de paramètres de trafic QS mis à disposition;
- un service MAC existe pour que la couche supérieure crée des flux de service. Au moyen de ce service, la couche supérieure produit les ensembles de paramètres de QS admis/activés, les règles de classificateur et les paquets avec suppression d'en-tête;
- un service MAC existe pour que la couche supérieure supprime des flux de service;
- un service MAC existe pour que la couche supérieure modifie des flux de service. Au moyen de ce service, la couche supérieure modifie les ensembles de paramètres de QS admis/activés, les règles de classificateur, et les paquets avec suppression d'en-tête;

- un service MAC existe pour contrôler la classification et la transmission d'unités PDU avec en-tête supprimé. Un seul en-tête supprimé au plus est défini pour chaque règle de classification. Le service de couche supérieure est chargé de définir aussi bien la définition des en-têtes supprimés (y compris les champs génériques de non-suppression) et la règle unique de classification qui discrimine chaque en-tête. En plus de cette règle de classification, le service MAC peut effectuer une vérification de concordance totale de tous les octets d'en-tête restants afin d'éviter la production d'en-têtes erronés, si cette fonction est configurée ainsi par le service de couche supérieure;
- un service MAC existe pour commander le contrôle en deux phases des ressources de trafic de qualité de service. L'activation en deux phases est commandée par le service de couche supérieure afin de fournir des paramètres de QS aussi bien admis qu'actifs dans la demande de service appropriée. Dès réception d'une indication en ce sens, le service de couche supérieur est informé que l'ensemble des paramètres de QS admis a été réservé par le système CMTS et que l'ensemble des paramètres de QS actif a été activé par le CMTS. A l'exception d'une défaillance catastrophique (comme le redimensionnement de la largeur de bande de la couche Physique amont), les ressources admises seront garanties d'être disponibles pour activation et les ressources actives seront garanties d'être disponibles pour la transmission de paquets.

Il peut aussi exister une fonction de contrôle permettant de localiser un flux de service inutilisé ou un flux de service spécifiquement identifié et de l'associer à un service de couche supérieure spécifique. Les détails d'une telle fonction ne sont pas spécifiés et dépendent de l'implémentation.

D'autres fonctions de commande peuvent exister à l'interface de service MAC, par exemple pour rechercher l'état de flux de service actifs et de tableaux de classification de paquets ou pour permettre au service de couche supérieure d'autoriser, à partir du service MAC, les flux de service demandés par le service homologue de couche MAC. Mais ces fonctions ne sont pas modélisées dans la présente définition de service MAC.

Il y a d'autres services MAC non associés à des flux de service, comme les fonctions de commande d'adresse MAC du service MAC et les fonctions de filtrage d'identifiants SAID en multidiffusion. Mais ces fonctions ne sont pas modélisées dans la présente définition de service MAC.

### **B.E.1.1 Paramètres de service de couche MAC**

Le service MAC utilise les paramètres suivants. On trouvera une description complète des paramètres dans la partie relative au fonctionnement théorique et dans d'autres paragraphes de l'Annexe B proprement dite.

- *Paramètres de trafic de QS de flux de service*  
Les primitives MAC d'activation de flux de service et de modification de flux de service permettent de fournir des paramètres de trafic de QS communs en amont et en aval. En ce cas, ces paramètres remplacent les valeurs éventuellement configurées pour ces paramètres au moment de la mise à disposition ou au moment où le flux de service a été créé par le service de couche supérieure.
- *Paramètres de trafic de QS actifs/admis*  
Si l'activation en deux phases des flux de service est utilisée, deux ensembles complets de paramètres de trafic de QS sont commandés. Les paramètres de QS admis indiquent les exigences de réservation des ressources qui doivent être autorisées par le CMTS. Les paramètres de QS admis pourront être activés ultérieurement par le service de couche supérieure. Les paramètres de QS activés peuvent être utilisés immédiatement par le service de couche supérieure.



- *Règles de filtrage pour la classification des flux de service*  
Zéro, une ou plusieurs règles de filtrage pour la classification peuvent être fournies pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure. Les classificateurs sont désignés par un identifiant spécifique.
- *En-têtes supprimés par règle PHS d'un flux de service*  
Zéro, une ou plusieurs chaînes d'en-tête supprimé par règle ou PHS, avec leurs variables associées de commande de vérification et de gabarit, peuvent être définies pour chaque flux de service. Lorsque de tels en-têtes sont définis, ils sont associés individuellement à chaque règle de classification. Afin de régénérer les paquets dont l'en-tête a été supprimé, un indice de suppression d'en-tête de charge utile est négocié entre le CM et le CMTS.

## **B.E.2 Interface de service de données de couche MAC**

Des services MAC sont définis pour l'émission et la réception de données à destination ou en provenance de flux de service. Normalement, un service de couche supérieure utilisera des flux de service pour mapper diverses classes de service sur différents flux de service. Les mappages sur des flux de service peuvent être définis pour le trafic à basse priorité, pour le trafic à haute priorité et pour des classes de trafic spéciales comme le trafic à débit constant, qui est programmé par des attributions périodiques issues du CMTS dans la couche MAC.

Les interfaces spécifiques suivantes du service de transmission de données sont offertes par le service de commande MAC au service de couche supérieure. Ces interfaces représentent une vue abstraite du service fourni et n'impliquent pas d'implémentation particulière:

- demande MAC\_DATA;
- indication MAC\_DATA;
- indication MAC\_GRANT\_SYNCHRONIZE;
- indication MAC\_CMTS\_MASTER\_CLOCK\_SYNCHRONIZE.

### **B.E.2.1 Demande MAC\_DATA**

Cette primitive est émise par le service de couche supérieure afin de demander la classification et l'envoi à l'interface RF d'une unité PDU formatée IEEE 802.3 ou DIX.

#### **Paramètres**

- PDU: ce paramètre désigne une unité PDU à codage IEEE 802.3 ou DIX, y compris tous les champs d'en-tête de couche 2 et la séquence FCS facultative. PDU est le seul paramètre obligatoire.
- padding: ce paramètre est utilisé lorsque l'unité PDU a une longueur inférieure à 60 octets et que l'on souhaite conserver la transparence [ISO/CEI 8802-3].
- ServiceFlowID: ce paramètre, s'il est inclus, permet au service MAC de contourner la fonction de classification de paquet et d'insérer celui-ci dans le flux de service spécifiquement indiqué par la valeur de ce paramètre.
- ServiceClassName, RulePriority: ce nuplet, s'il est inclus, identifie le nom de classe de service d'un flux de service actif dans lequel le paquet doit être inséré, à condition qu'il n'existe pas de classificateur avec priorité de règle supérieure à celle qui a été fournie.

#### **Description du service étendu**

Envoi d'une unité PDU du service de couche supérieure aux couches MAC/PHY. Le seul paramètre obligatoire est PDU, qui contient tous les en-têtes de couche 2, les en-têtes de couche 3, les données et la somme de contrôle (facultative) de couche 2.

Si PDU est le seul paramètre, le paquet est soumis à la fonction MAC de filtrage de classification de paquet afin de déterminer le flux de service dans lequel le paquet doit être émis et s'il y a lieu d'émettre celui-ci avec en-tête supprimé.

Si le paramètre ServiceFlowID est fourni, le paquet peut être orienté vers le flux de service spécifiquement désigné.

Si le nuplet de paramètres ServiceClassName, RulePriority, est fourni, le paquet est orienté vers le premier flux de service actif qui concorde avec le nom de classe de service, à condition qu'il n'existe pas de classificateur avec priorité de règle supérieure à celle qui a été fournie. Ce service est utilisé par les applicateurs de politique de couche supérieure afin de permettre une concordance avec zéro, une ou plusieurs règles dynamiques pour le trafic sélectionné (voix par exemple), alors que tout le reste du trafic est forcé vers un flux de service appartenant à la classe ServiceFlowClass désignée. Si aucun flux de service actif n'existe avec le nom de classe de service, le service effectue une classification normale de paquet.

Dans tous les cas, si aucune concordance de classificateur n'est trouvée, ou si aucune des combinaisons de paramètres ne concorde avec un flux de service spécifique, le paquet est orienté vers le flux de service primaire.

Le pseudo-code ci-après décrit le fonctionnement prévu de l'interface du service de demande MAC\_DATA.request:

MAC\_DATA.request

    PDU

    [ServiceFlowID]

    [ServiceClassName, RulePriority]

FIND\_FIRST\_SERVICE\_FLOW\_ID (ServiceClassName) renvoie l'identifiant ServiceFlowID du premier flux de service dont le nom de classe de service est égal au paramètre de la procédure ou à la valeur NULL si aucun flux de service correspondant n'a été trouvé.

SEARCH\_CLASSIFIER\_TABLE (PriorityRange) recherche toutes les règles dans l'étendue de priorité spécifiée et renvoie soit l'identifiant de flux de service associé à la règle soit la valeur NULL si aucune règle de classificateur n'a été trouvée.

TxServiceFlowID = NULL

IF (ServiceFlowID DEFINED)

    TxServiceFlowID = MAC\_DATA.ServiceFlowID

ELSEIF (ServiceClassName DEFINED *and* RulePriority DEFINED)

    TxServiceFlowID = FIND\_FIRST\_SERVICE\_FLOW\_ID (ServiceClassName)

    SearchID = SEARCH\_CLASSIFIER\_TABLE (All Priority Levels)

    IF (SearchID not NULL *and* ClassifierRule.Priority >= MAC\_DATA.RulePriority)

        TxServiceFlowID = SearchID

ELSE [PDU only]

    TxServiceFlow = SEARCH\_CLASSIFIER\_TABLE (All Priority Levels)

IF (TxServiceFlowID = NULL)

    TRANSMIT\_PDU (PrimaryServiceFlowID)

ELSE

    TRANSMIT\_PDU (TxServiceFlowID)

### **B.E.2.2 Indication MAC\_DATA**

Cette primitive est émise par le service MAC pour indiquer la réception d'une unité PDU de format IEEE 802.3 ou DIX en provenance de l'interface RF pour le service de couche supérieure.

## Paramètres

- PDU: unité PDU à codage IEEE 802.3 ou DIX y compris tous les champs d'en-tête de couche 2 et la séquence FCS.

### B.E.2.3 Indication MAC\_GRANT\_SYNCHRONIZE

Cette primitive est émise par le service MAC vers le service de couche supérieure afin d'indiquer le rythme des arrivées d'attributions en provenance du CMTS. L'on n'indique pas la façon dont la couche supérieure calcule la latence éventuelle entre la réception de l'indication et l'arrivée réelle des attributions (dans les limites de gigue d'attribution autorisée) en provenance du CMTS. Il convient de noter que, dans les applications du service UGS, l'on s'attend que le service de couche MAC augmentera ou diminuera la fréquence des attributions en fonction du paramètre de trafic de QS indiquant le nombre d'attributions par intervalle. Il convient également de noter que le rythme des arrivées d'attributions variera également en fonction de l'augmentation ou de la diminution du nombre d'attributions par intervalle et que cette indication pourra n'être requise qu'une seule fois par flux de service actif si la synchronisation est assurée par l'horloge de référence aval du CMTS. Aucune précision n'est donnée quant à la façon dont cette fonction sera implémentée.

## Paramètres

- ServiceFlowID: valeur unique d'identifiant pour le flux de service actif spécifique qui reçoit les attributions.

### B.E.2.4 Indication MAC\_CMTS\_MASTER\_CLOCK\_SYNCHRONIZE

Cette primitive est émise par le service MAC vers le service de couche supérieure afin d'indiquer le rythme de l'horloge de référence du CMTS. Aucune précision n'est donnée quant à la fréquence d'envoi de cette indication par le service MAC au service de couche supérieure ni quant à la façon dont cette fonction sera implémentée.

## Paramètres

- Aucun paramètre n'est spécifié.

### B.E.3 Interface du service de couche MAC

Un ensemble de services MAC est défini pour la commande des flux de service MAC et des classificateurs. Il y a lieu de noter qu'un service de couche supérieure peut utiliser ces services afin de fournir une structure de trafic de couche supérieure telle que "connexions" ou "sous-flux" ou "microflux". Cependant, à l'exception de la capacité de modifier des classificateurs individuels, aucune sémantique explicite n'est définie pour de tels modèles de couche supérieure. La commande des paramètres de QS d'un flux de service MAC est donc spécifiée dans l'agrégat.

Les fonctions suivantes, propres à l'interface du service de commande, sont fournies par le service MAC au service de couche supérieure. Elles représentent une vue abstraite du service fourni et n'impliquent pas d'implémentation particulière:

- indication MAC\_REGISTRATION\_RESPONSE;
- demande/réponse/indication MAC\_CREATE\_SERVICE\_FLOW;
- demande/réponse/indication MAC\_DELETE\_SERVICE\_FLOW;
- demande/réponse/indication MAC\_CHANGE\_SERVICE\_FLOW.

#### B.E.3.1 Indication MAC\_REGISTRATION\_RESPONSE

Cette primitive est envoyée par la couche MAC DOCSIS au service de couche supérieure afin d'indiquer l'ensemble complet des flux de service et des paramètres de trafic de QS de flux de service qui ont été mis à disposition et autorisés par la phase d'inscription de la commande MAC. Les modifications apportées ultérieurement à l'état d'activation de flux de service ou l'ajout et la

suppression de flux de service sont communiquées au service de couche supérieure avec les indications provenant des autres services de couche MAC.

### **Paramètres**

- TLV d'inscription: Tout TLV et tous les TLV qui sont nécessaires à la définition du flux de service et de ses paramètres, y compris les paramètres de QS approvisionnés. Voir les précisions dans le corps normatif de l'Annexe B.

### **B.E.3.2 Demande MAC\_CREATE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service de couche supérieure à la couche MAC afin de demander la création d'un nouveau flux de service dans le service MAC. Cette primitive n'est pas émise pour les flux de service qui sont configurés et inscrits mais plutôt pour les flux de service créés dynamiquement. Cette primitive PEUT également définir des classificateurs pour le flux de service et fournir des paramètres de QS admis et activés. Cette fonction invoque la signalisation DSA.

### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être créé.
- ServiceClassName – Nom de classe de flux de service pour le flux de service qui doit être créé.
- Paramètres de QS admis – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Paramètres de QS activés – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Règles de suppression d'en-tête de charge utile de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles PHS pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure.
- Règles de filtrage par classification de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles de filtrage par classification pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure. Les classificateurs sont identifiés par un identifiant de classificateur.

### **B.E.3.3 Réponse MAC\_CREATE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service MAC au service de couche supérieure afin d'indiquer le succès ou l'échec de la demande de création d'un flux de service.

### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être créé.
- ResponseCode – Code de succès ou d'échec.

### **B.E.3.4 Indication MAC\_CREATE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est émise par le service MAC afin d'indiquer au service de couche supérieure la création d'un nouveau flux de service dans le cadre du service MAC. Cette primitive n'est pas émise pour les flux de service qui ont été préconfigurés administrativement mais plutôt pour les flux de service créés dynamiquement. Dans l'Annexe B, cette notification n'est que consultative.

### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être créé.
- ServiceClassName – Nom de classe de flux de service pour le flux de service qui doit être créé.

- Paramètres de QS admis – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Paramètres de QS activés – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Règles de suppression d'en-tête de charge utile de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles PHS pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure.
- Règles de filtrage de classification de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles de filtrage de classification pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure. Les classificateurs sont identifiés par un identifiant de classificateur.

### **B.E.3.5 Demande MAC\_DELETE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service de couche supérieure au service MAC afin de demander la suppression d'un flux de service et de tous les paramètres de QS y compris tous les classificateurs et toutes les règles PHS associés. Cette fonction fait appel à la signalisation DSD.

#### **Paramètres**

- ServiceFlowID(s) – Valeurs d'identifiant uniques pour le ou les flux de service spécifique supprimés.

### **B.E.3.6 Réponse MAC\_DELETE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service MAC au service de couche supérieure afin d'indiquer le succès ou l'échec de la demande de suppression d'un flux de service.

#### **Paramètres**

- ResponseCode – Code de succès ou d'échec.

### **B.E.3.7 Indication MAC\_DELETE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est émise par le service MAC afin de signaler au service de couche supérieure la suppression d'un flux de service dans le cadre du service MAC.

#### **Paramètres**

- ServiceFlowID(s) – Valeurs d'identifiant uniques pour le ou les flux de service supprimés.

### **B.E.3.8 Demande MAC\_CHANGE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service de couche supérieure à la couche MAC afin de demander des modifications à un flux de service spécifiquement créé et acquis. Cette fonction permet de définir aussi bien l'ensemble complet des classificateurs que les modifications (ajout/suppression) qui leur sont apportées progressivement. Cette fonction définit l'ensemble complet des paramètres de QS admis et actifs pour un flux de service. Elle fait appel à la signalisation DSC dans la couche MAC.

#### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être modifié.
- Zéro, une ou plusieurs règles de classification de paquet avec sémantique d'ajout/suppression et paramètres LLC, IP et IEEE 802.1P/Q.
- Paramètres de QS admis – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Paramètres de QS activés – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.

- Règles de filtrage par classification de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles de filtrage par classification pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure.

### **B.E.3.9 Réponse MAC\_CHANGE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est envoyée par le service MAC au service de couche supérieure afin d'indiquer le succès ou l'échec de la demande de modification d'un flux de service.

#### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être modifié.
- ResponseCode – Code de succès ou d'échec.

### **B.E.3.10 Indication MAC\_CHANGE\_SERVICE\_FLOW**

Cette primitive est émise par le service MAC DOCSIS pour signaler au service de couche supérieure une demande de modification de flux de service. Dans l'Annexe B, cette notification n'est que consultative et aucune confirmation n'est requise avant la modification du flux de service. Les indications de modification de flux de service sont produites sur la base de la signalisation DSC, laquelle peut être fondée sur des événements de modification de flux de service entre le service de couche supérieure homologue et son service MAC, ou sur des échecs de ressource réseau comme un redimensionnement de la largeur de bande disponible totale à la couche Physique. La façon dont le service de couche supérieure réagit à des réductions forcées des paramètres de trafic de QS admis ou réservés n'est pas spécifiée.

#### **Paramètres**

- ServiceFlowID – Valeur unique d'identifiant pour le flux de service spécifique qui doit être activé.
- Règles de classification de paquet avec paramètres LLC, IP et IEEE 802.1P/Q et zéro, un ou plusieurs identifiants de type PHS\_CLASSIFIER\_IDENTIFIER.
- Paramètres de QS admis – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Paramètres de QS activés – Zéro, un ou plusieurs paramètres de trafic amont, aval et communs pour le flux de service.
- Règles de filtrage par classification de flux de service – Zéro, une ou plusieurs règles de filtrage par classification pour chaque flux de service commandé par le service de couche supérieure.

## **B.E.4 Scénarios d'utilisation du service de couche MAC**

Les entités de couche supérieure utilisent les services fournis par la couche MAC afin de contrôler les flux de service et d'envoyer ou de recevoir des paquets de données. La répartition des fonctions entre le service de couche supérieure et le service MAC est décrite par les scénarios suivants.

### **B.E.4.1 Transmission d'unités PDU du service de couche supérieure au service MAC DATA**

- Le service de couche supérieure transmet des unités PDU au moyen du service MAC\_DATA.
- Le service MAC\_DATA classe les unités PDU transmises au moyen du tableau de classification puis transmet ces unités PDU dans le flux de service approprié. La fonction de classification peut également provoquer la suppression de l'en-tête de paquet conformément à un gabarit de suppression d'en-tête mémorisé avec la règle de classification. Le service de couche supérieure a la possibilité de contourner cette fonction de classification.

- Le service MAC\_DATA applique tous les paramètres de conformation du trafic QS fondés sur les flux de service.
- Le service MAC\_DATA transmet des unités PDU à l'interface RF DOCSIS comme programmé par la couche MAC.

#### **B.E.4.2 Réception d'unités PDU par le service de couche supérieure en provenance du service MAC DATA**

- Les unités PDU sont reçues par l'interface RF DOCSIS.
- Si une unité PDU a été envoyée avec un en-tête supprimé, celui-ci est régénéré avant d'être soumis à la suite du traitement.
- Dans le système CMTS, le service MAC\_DATA classe l'entrée des unités PDU provenant de l'interface RF au moyen du tableau de classification puis contrôle la conformation du trafic de QS et valide l'adressage effectué par le CM, dans lequel aucune classification de flux de service paquet par paquet n'est requise pour l'entrée du trafic issu de l'interface RF.
- Le service de couche supérieure reçoit des unités PDU en provenance du service indication MAC\_DATA.

#### **B.E.4.3 Séquence échantillon de services de commande MAC et de données MAC**

Une séquence orientée CM de fonctions de service MAC pour la création, l'acquisition, la modification puis l'utilisation d'un flux de service spécifique peut se présenter comme suit:

- indication MAC\_REGISTER\_RESPONSE  
Acquisition de tous flux de service mis à disposition et de leurs paramètres de trafic de QS approvisionnés.
- demande/réponse MAC\_CREATE\_SERVICE\_FLOW  
Création d'un nouveau flux de service. Cette interface de service est utilisée si le flux de service a été acquis comme n'ayant pas été mis à disposition par l'interface de service MAC\_REGISTER\_RESPONSE. La création d'un flux de service fait appel à la signalisation DSA.
- demande/réponse MAC\_CHANGE\_SERVICE\_FLOW  
Définition d'ensembles de paramètres de QS admis et activés, de classificateurs et d'en-têtes de suppression de paquet. La modification d'un flux de service fait appel à la signalisation DSC.
- demande MAC\_DATA  
Envoi d'unités PDU au service MAC pour classification et transmission.
- indication MAC\_DATA  
Réception d'unités PDU du service MAC.
- demande/réponse MAC\_DELETE\_SERVICE\_FLOW  
Suppression de flux de service. Ce service ne sera sans doute invoqué que pour des flux de service créés dynamiquement et non pour des flux de service mis à disposition. La suppression d'un flux de service fait appel à la signalisation DSD.

## Annexe B.F

### Exemple de séquence de préambule

(Cette annexe est informative)

#### B.F.1 Introduction

Une super chaîne programmable de préambule, d'une longueur allant jusqu'à 1024 bits, fait partie du profil ou des attributs à l'échelle d'un canal et est commune à tous les profils de rafale de ce canal (voir au § B.8.3.3, Tableau B.8-18) mais chaque profil de rafale peut spécifier l'emplacement du début dans cette séquence binaire ainsi que la longueur du préambule (voir au § B.8.3.3, Tableau B.8-19). Le premier bit de la structure de préambule est indiqué par le décalage de valeur de préambule comme décrit au Tableau B.8-19. Le premier bit de la structure de préambule est le premier élément binaire introduit dans l'applicateur de symboles (Figure B.6-9) et c'est le bit I1 dans le premier symbole de la rafale (voir au § B.6.2.2.2). Par exemple, conformément au Tableau B.8-19, pour la valeur de décalage de préambule = 100, le 101<sup>e</sup> bit de la super chaîne de préambule est le premier élément binaire introduit dans l'applicateur de symboles et le 102<sup>e</sup> bit est le deuxième bit introduit dans l'applicateur et est appliqué sur Q1, et ainsi de suite. Un exemple de super chaîne de préambule d'une longueur de 1024 bits est donné au § B.F.2.

#### B.F.2 Exemple de séquence de préambule

Exemple de séquence de préambule de 1024 bits:

*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

## **Annexe B.G**

### **Interopérabilité entre versions DOCSIS v1.0 et v1.1**

#### **B.G.1 Introduction**

L'Annexe B est officieusement appelée DOCSIS 1.1. C'est la deuxième génération de la version DOCSIS 1.0 spécifiée dans [SCTE1]. Les termes "DOCSIS 1.1" et "DOCSIS 1.0" se rapportent à ces deux spécifications différentes.

La spécification DOCSIS 1.1 vise principalement à améliorer la fonctionnalité, limitée en termes de QS, d'un système d'accès par câble fondé sur la version DOCSIS 1.0. De nouveaux messages MAC ont été définis pour la signalisation de QS dynamique et plusieurs nouveaux codages de paramètres de QS ont été définis dans les messages de commande MAC existants. Un système CMTS selon DOCSIS 1.1 peut mieux prendre en charge les exigences d'un trafic sensible au délai/à la gigue avec un CM selon DOCSIS 1.1.

En plus de la prise en charge d'un ensemble enrichi de caractéristiques de QS pour les CM selon DOCSIS 1.1, les CMTS de type DOCSIS 1.1 doivent être rétrocompatibles avec un CM selon DOCSIS 1.0. Il est par ailleurs nécessaire qu'un CM 1.1 fonctionne comme un CM 1.0 lors d'un interfonctionnement avec un CMTS 1.0.

L'Annexe B.G décrit les questions d'interopérabilité et les compromis qui en découlent lorsque l'opérateur souhaite prendre en charge des CM DOCSIS 1.0 ainsi que DOCSIS 1.1 dans le même canal d'accès par câble.

#### **B.G.2 Généralités relatives à l'interopérabilité**

Le présent paragraphe traite des considérations générales relatives à l'interopérabilité entre versions DOCSIS 1.0 et DOCSIS 1.1 qui n'ont pas d'incidence sur la performance normale des CM.

##### **B.G.2.1 Mise à disposition**

Les paramètres du fichier de configuration par TFTP pour un CM selon DOCSIS 1.1 sont un surensemble des paramètres d'un CM selon DOCSIS 1.0. Les éditeurs du fichier de configuration devront améliorer celui-ci afin d'y insérer la prise en charge de ces nouveaux paramètres et du nouveau calcul de vérification MIC.

Un fichier de configuration TFTP contenant des TLV de classe de service DOCSIS 1.0 est considéré comme un fichier de configuration de "style DOCSIS 1.0". Un fichier de configuration TFTP contenant des TLV de flux de service DOCSIS 1.1 est considéré comme un fichier de configuration de "style DOCSIS 1.1". Un fichier de configuration TFTP contenant à la fois des TLV de classe de service et des TLV de flux de service sera rejeté par le CMTS (voir au § B.11.2.9).

Si un CM DOCSIS 1.1 est mis à disposition avec un fichier de configuration TFTP de style DOCSIS 1.0 comme un modem câble DOCSIS 1.0, il NE DOIT PAS répondre à REG-RSP par REG-ACK (bien qu'il DOIVE toujours spécifier "DOCSIS 1.1" dans le champ de version DOCSIS des capacités de modem du message REG-REQ et qu'il PUISSE spécifier les capacités de modem 1.1 qu'il peut prendre en charge lorsqu'il s'inscrit comme un CM DOCSIS 1.0). Un CM selon DOCSIS 1.1 pourra donc être provisionné de façon à fonctionner en transparence dans un réseau DOCSIS 1.0 ou DOCSIS 1.1.

Si un modem câble DOCSIS 1.1 prend en charge certaines capacités 1.1 lorsqu'il s'inscrit comme un modem câble DOCSIS 1.0 (comme indiqué par le codage de capacités du modem), ces caractéristiques DOIVENT fonctionner conformément aux exigences définies dans la spécification DOCSIS 1.1.

Par ailleurs, les CM selon DOCSIS 1.0 ne reconnaissent pas (et ignorent) un grand nombre des nouveaux TLV contenus dans un fichier de configuration DOCSIS 1.1. Ils seront donc incapables de s'inscrire correctement s'ils ont été approvisionnés avec un fichier de configuration selon DOCSIS 1.1. Afin d'éviter toutes discordances de fonctionnalités, un CMTS selon DOCSIS 1.1 DOIT rejeter toute demande d'inscription contenant des paramètres de configuration spécifiques de la version DOCSIS 1.1 qui ne sont pas pris en charge par le codage associé des capacités de modem dans le message REG-REQ (voir au § B.C.1.3.1).

### **B.G.2.2 Inscription**

Un CMTS selon DOCSIS 1.1 est conçu de façon à manipuler les TLV d'inscription existants et provenant de CM selon DOCSIS 1.0, ainsi que les nouveaux TLV (à savoir les types 22 à 30) provenant des CM selon DOCSIS 1.1.

Il y a une légère différence dans la procédure de messagerie associée à l'inscription lorsque le CMTS selon DOCSIS 1.1 répond à un CM DOCSIS 1.1 ou à un CM DOCSIS 1.0. Un CM selon DOCSIS 1.1 pourra être configuré de façon à utiliser le nom de classe de service qui est défini statiquement dans le CMTS au lieu de demander explicitement les paramètres de classe de service. Lorsqu'une telle demande d'inscription est reçue par le CMTS DOCSIS 1.1, celui-ci code les paramètres réels de cette classe de service dans la réponse d'inscription puis attend du CM le message MAC spécifique d'accusé de réception d'inscription. Si les capacités détaillées dans le message REG-RSP excèdent celles qui peuvent être prises en charge par le CM, celui-ci est appelé à le signaler au CMTS dans son message REG-ACK.

Lorsqu'un CM selon DOCSIS 1.0 s'inscrit auprès du même CMTS, la version DOCSIS 1.0 par défaut est facilement identifiée par l'absence du champ "version DOCSIS" dans le codage des capacités de modem du message REG-REQ. Le message REG-REQ issu du modem selon DOCSIS 1.0 demande explicitement tous les paramètres de classe de service autres que par défaut, selon les informations de mise à disposition de ce modem. L'absence d'un nom de classe de service élimine la nécessité que le CMTS selon DOCSIS 1.1 spécifie explicitement dans le message REG-RSP, au moyen de nuplets TLV selon DOCSIS 1.1, les paramètres de classe de service. Lorsqu'un CMTS selon DOCSIS 1.1 reçoit un message REG-REQ contenant des codages de classe de service DOCSIS 1.0, ce CMTS répond par le message REG-RSP normal de type DOCSIS 1.0 et n'attend pas que le CM envoie le message MAC d'accusé de réception d'inscription.

Une autre considération mineure est qu'un CM selon DOCSIS 1.0 demandera au CMTS une classe de service dans les deux sens (avec paramètres amont et aval) au moyen d'un réglage de configuration de classe de service.

Etant donné que le CMTS DOCSIS 1.1 fonctionne normalement avec des classes de service dans un seul sens, il peut facilement convertir un réglage de configuration de classe de service DOCSIS 1.0 en codage de flux de service DOCSIS 1.1 pour installer des classes de service unidirectionnelles dans une implémentation de QS locale. Cependant, pour les modems DOCSIS 1.0, le CMTS selon

DOCSIS 1.1 DOIT continuer la mise à jour de la table de profils de QS (avec les paramètres de classe bidirectionnelle) afin d'assurer la rétrocompatibilité avec la base MIB DOCSIS 1.0.

S'ils sont correctement approvisionnés, un CM DOCSIS 1.0 et un CM DOCSIS 1.1 peuvent donc s'inscrire normalement auprès d'un même CMTS DOCSIS 1.1. Inversement, un CM DOCSIS 1.0 et un CM DOCSIS 1.1 peuvent s'inscrire correctement auprès d'un même CMTS DOCSIS 1.0.

### **B.G.2.3 Etablissement de service dynamique**

Il y a huit nouveaux messages MAC qui se rapportent à l'établissement de service dynamique. Un CM selon DOCSIS 1.0 ne les enverra jamais à un CMTS car ils ne sont pas pris en charge. Un CM selon DOCSIS 1.1 ne les enverra jamais à un CMTS selon DOCSIS 1.0 parce que:

- a) ce CM doit être approvisionné comme étant de type DOCSIS 1.0 pour pouvoir s'inscrire correctement;
- b) lorsqu'il est approvisionné comme étant de type DOCSIS 1.0, le CM agit comme précédemment.

Lorsqu'un CM DOCSIS 1.1 est connecté à un CMTS DOCSIS 1.1, ces messages fonctionnent comme prévu.

### **B.G.2.4 Fragmentation**

La fragmentation est lancée par le CMTS. Mais un CMTS de type DOCSIS 1.0 ne lancera jamais de fragmentation puisqu'il n'en est pas informé. Un CMTS de type DOCSIS 1.1 ne pourra lancer de fragmentation que pour des CM de type DOCSIS 1.1. Un CMTS selon DOCSIS 1.1 NE DOIT PAS tenter de fragmenter des transmissions issues d'un CM selon DOCSIS 1.0 qui n'a pas indiqué la valeur 1 de prise en charge de la fragmentation dans son codage de capacités de modem.

### **B.G.2.5 Prise en charge de la multidiffusion**

Il est obligatoire que les CM selon DOCSIS 1.0 prennent en charge la transmission du trafic en multidiffusion. La spécification ne précise cependant pas la prise en charge du protocole IGMP. Le seul mécanisme normalisé permettant de commander la multidiffusion IP avec des CM de type DOCSIS 1.0 consiste donc à utiliser le protocole SNMP et des filtres de paquet. Les concepteurs de réseaux DOCSIS 1.0 devront tenir compte de ces limitations et ne pas attendre autre chose des CM selon DOCSIS 1.0 insérés dans un réseau DOCSIS 1.1.

### **B.G.2.6 Modification de canal amont**

Un CMTS selon DOCSIS 1.1 est capable de spécifier le niveau de remesurage télémétrique à effectuer lorsqu'il envoie au CM une demande de modification UCC. Ce paramètre relatif à la technique de remesurage télémétrique est spécifié par le CMTS selon DOCSIS 1.1 au moyen d'un nouveau TLV contenu dans le message MAC de demande de modification UCC.

Les CM selon DOCSIS 1.1 qui reconnaissent ce nouveau TLV dans le message de demande UCC ne peuvent en tirer parti qu'en réeffectuant une télémétrie au niveau spécifié par ce TLV, ce qui peut contribuer à réduire la durée de réinitialisation après une modification UCC pour le CM DOCSIS 1.1 acheminant une communication vocale. Un CMTS selon DOCSIS 1.1 est informé du type de CM auquel il envoie la demande UCC. Il peut s'abstenir d'insérer ce TLV de rétélétrie dans la demande UCC destinée aux CM selon DOCSIS 1.0. Si un CMTS selon DOCSIS 1.1 insère ce TLV de rétélétrie dans le message de demande UCC, les CM selon DOCSIS 1.0 qui ne reconnaissent pas ce TLV en ignoreront le contenu et effectueront la rétélétrie selon DOCSIS 1.0 depuis le début (maintenance initiale). Le CMTS selon DOCSIS 1.1 acceptera une procédure par défaut de télémétrie initiale provenant de tout modem ayant émis la demande de modification UCC.

Des CM de types DOCSIS 1.0 et 1.1 situés dans le même canal amont peuvent donc être invités individuellement à modifier des canaux amont sans aucun problème d'interopérabilité dû au TLV de rétélétrie de type DOCSIS 1.1 contenu dans le message demande UCC.

### B.G.3 Dispositifs hybrides

Certains modèles de CM selon DOCSIS 1.0 peuvent prendre en charge des caractéristiques DOCSIS 1.1 particulières au moyen d'une mise à jour de logiciel. De même, certains CMTS selon DOCSIS 1.0 peuvent prendre en charge des caractéristiques DOCSIS 1.1 particulières. Afin de faciliter la prise en charge de ces dispositifs "hybrides", la majorité des caractéristiques DOCSIS 1.1 sont énumérées individuellement dans les capacités de modem.

Les CM hybrides de type DOCSIS 1.0 PEUVENT demander des caractéristiques DOCSIS 1.1 au moyen de ce mécanisme. Cependant, à moins qu'il ne soit entièrement conforme à la spécification DOCSIS 1.1 (c'est-à-dire qu'il ne soit pas un hybride), un CM NE DOIT PAS envoyer de capacité modem "Version DOCSIS" indiquant autre chose que "DOCSIS 1.0".

Si un CM hybride cherche à demander au CMTS de telles capacités 1.1 au cours de l'inscription, il DOIT envoyer la chaîne de caractères ASCII "docsis1.0:xxxxxxx" codée par le code d'option 60 de sa demande DHCP, où "xxxxxx" DOIT être une représentation ASCII du codage hexadécimal des capacités de modem (voir aux § B.C.1.3.1 et B.D.1.1). Le serveur de protocole DHCP PEUT utiliser ces informations pour déterminer le fichier de configuration que le CM doit utiliser.

Pour contrôler le fonctionnement hybride des modems, si un CMTS DOCSIS 1.1 reçoit un message de demande d'inscription de style 1.0 de la part d'un modem câble, le CMTS DOIT, par défaut, forcer le modem à fonctionner en mode 1.0 "pur" par rapport à certaines caractéristiques, en désactivant ces caractéristiques via le codage de capacités du modem dans la réponse d'inscription. Précisément, le CMTS DOIT prendre en charge les six valeurs par défaut données entre crochets dans le Tableau B.G-1. Le CMTS PEUT fournir des alternatives, comme indiqué dans le Tableau B.G-1, pour que l'opérateur choisisse d'activer certaines caractéristiques hybrides.

**Tableau B.G-1/J.112 – Contrôles de mode hybride**

	<b>Concaténation prise en charge</b>	<b>Fragmentation prise en charge</b>	<b>Confidentialité prise en charge</b>
CM 1.0	admis/[refusé]	admis/[refusé]	admet BPI+/[force BPI]
CM 1.1 en mode 1.0	admis/[refusé]	admis/[refusé]	admet BPI+/[force BPI]

Normalement, un CMTS selon DOCSIS 1.0 mettra toutes les capacités de modem inconnues comme étant "désactivées" dans la réponse d'inscription afin d'indiquer que ces caractéristiques ne sont pas prises en charge et NE DOIVENT PAS être utilisées par le CM. Un CMTS hybride de type DOCSIS 1.0 PEUT laisser les capacités modem prises en charge "activées" dans la réponse d'inscription. Cependant, à moins qu'il ne soit entièrement conforme à la spécification DOCSIS 1.1 (c'est-à-dire qu'il ne soit pas un hybride), un CMTS DOIT continuer à mettre le champ "Version DOCSIS" des capacités modem à la valeur "DOCSIS 1.0".

Comme toujours, une capacité modem quelconque, désactivée dans la réponse d'inscription, doit être considérée comme non prise en charge par le CMTS et NE DOIT PAS être utilisée par le CM.

### B.G.4 Interopérabilité et performances

Le présent paragraphe traite de la question de l'impact des performances sur la qualité de service pour les modems câble lorsque des CM DOCSIS 1.0 et DOCSIS 1.1 sont approvisionnés de façon à partager le même canal MAC amont.

Les CM de type DOCSIS 1.0 n'ont pas la capacité de régler explicitement leur politique de demandes (ou de fournir des paramètres de programmation) en fonction de mécanismes de programmation évolués de la version DOCSIS 1.1 comme "service d'attribution non sollicitée" et "service d'interrogation en temps réel". Les CM selon DOCSIS 1.0 ne recevront donc par le canal amont que les services configurés statiquement "au mieux par paliers" ou "à débit CIR". Les CM

DOCSIS 1.1 partageant le même canal amont peuvent demander explicitement des flux de service additionnels lorsqu'ils en ont besoin, au moyen du message MAC de demande DSA de DOCSIS 1.1. Les CM selon DOCSIS 1.1 peuvent donc profiter des mécanismes de programmation évolués d'un CMTS 1.1 pour leur trafic en temps réel, en plus du service de programmation au mieux qu'ils partagent avec les CM selon DOCSIS 1.0 dans le même canal amont.

Le canal amont d'accès câble DOCSIS 1.1 transporte des trames MAC de longueur variable. Malgré le caractère variable de la longueur des trames MAC, le programmeur d'attributions d'un CMTS selon DOCSIS 1.1 est théoriquement capable d'offrir un environnement de type AMRT exempt de gigue pour des attributions vocales vers l'amont. Chaque fois que le programmeur d'attributions détecte que la limite temporelle d'une quelconque attribution vocale à venir va être violée par l'insertion d'une attribution non vocale, ce programmeur fragmente l'attribution non vocale jusqu'à ce qu'elle s'insère dans les limites de la future attribution vocale. Les attributions vocales bénéficient ainsi d'un décalage nul par rapport à la position d'attribution périodique qui leur a été assignée.

Une telle fragmentation d'attribution peut cependant ne pas être toujours réalisable lorsque le CMTS prend en charge des CM DOCSIS 1.0 en même temps que des CM DOCSIS 1.1 dans le même canal amont car les CM DOCSIS 1.0 n'assurent pas la fragmentation. Dans le cas d'un canal amont avec CM de versions mixtes, le pire cas de gigue d'attribution vocale détecté par les CM selon DOCSIS 1.1 se produit lorsqu'un CM selon DOCSIS 1.0 reçoit une attribution pour une trame MAC de longueur maximale non fragmentée immédiatement avant l'intervalle d'attribution vocale attribué au CM DOCSIS 1.1.

La gigue d'attribution vocale maximale qui est perçue par les CM selon DOCSIS 1.1 est fonction des caractéristiques de couche Physique du canal amont. Dans le même canal amont à 10,24 Mbit/s ou à 5,12 Mbit/s, l'influence de la présence de CM fragmenteurs et non-fragmenteurs est presque indétectable. Dans les canaux à moindre débit, l'avantage de la fragmentation est beaucoup plus grand et la gigue induite par les CM DOCSIS 1.0 non-fragmenteurs est plus grande.

Même s'il y a mélange de CM selon DOCSIS 1.0 et DOCSIS 1.1, les réseaux convenablement conçus peuvent donc prendre en charge les communications vocales.

## **Annexe B.H**

### **Canaux amont multiples**

(Cette annexe est informative)

En cas de divergence entre l'Annexe B.H et une clause normative de l'Annexe B, cette clause normative a priorité.

Le paragraphe B.9.2 décrit la prise en charge de plusieurs canaux amont et de plusieurs canaux aval à l'intérieur d'un domaine DOCSIS. Les permutations qu'un CM peut détecter dans le segment de câble auquel il est rattaché sont les suivantes:

- aval unique et amont unique par segment de câble;
- aval unique et amont multiples par segment de câble;
- aval multiples et amont unique par segment de câble;
- aval multiples et amont multiples par segment de câble.

Une application typique qui nécessitera un seul canal amont et un seul canal aval par CM est la navigation sur la toile. Cette application tend à avoir des exigences de largeur de bande asymétrique qui se rapprochent beaucoup de la largeur de bande asymétrique de la spécification DOCSIS.

Une application typique qui nécessitera l'accès à un seul canal parmi de multiples canaux amont est la téléphonie IP. Cette application tend à avoir des exigences de largeur de bande symétrique. S'il y a une grande concentration dans une aire géographique de CM tous desservis par le même nœud optique, plusieurs canaux amont seront peut-être nécessaires pour offrir une largeur de bande suffisante et empêcher le blocage d'appel.

Une application typique qui nécessitera l'accès à un canal aval unique parmi de multiples canaux aval par C est la vidéo IP en temps réel. Cette application tend à avoir des exigences de très grande largeur de bande aval. S'il y a une grande concentration dans une aire géographique de CM tous desservis par le même nœud optique, plusieurs canaux aval seront peut-être nécessaires pour offrir une largeur de bande suffisante et pour acheminer plusieurs flux vidéo IP vers plusieurs CM.

Une application typique qui nécessitera de multiples canaux aval et de multiples canaux amont est celle de la combinaison des applications précédentes, où il est plus économique d'avoir plusieurs canaux que de subdiviser physiquement le réseau HFC.

Le rôle du CM dans ces scénarios sera de pouvoir déplacer son activité entre de multiples canaux amont et de multiples canaux aval. Le rôle du CMTS sera de gérer la charge de trafic vers tous les CM connectés et d'équilibrer le trafic entre les multiples canaux amont et aval en commutant dynamiquement les CM en fonction de leurs besoins en ressources et de la disponibilité de celles-ci.

L'Annexe B.H traite des considérations d'implémentation correspondant à ces cas de figure. La première et la dernière application sont spécifiquement profilées. Ces exemples visent à illustrer une seule topologie et une seule implémentation de cette dernière.

### B.H.1 Aval unique et amont unique par segment de câble

Le présent paragraphe présente un exemple de canal aval unique et de quatre canaux amont. Dans la Figure B.H-1, ces quatre canaux amont se trouvent sur des fibres distinctes qui desservent quatre groupes géographiques de modems. Le système CMTS a accès au canal aval unique et aux quatre canaux amont, alors que chaque CM a accès au canal aval unique et à un seul canal amont.

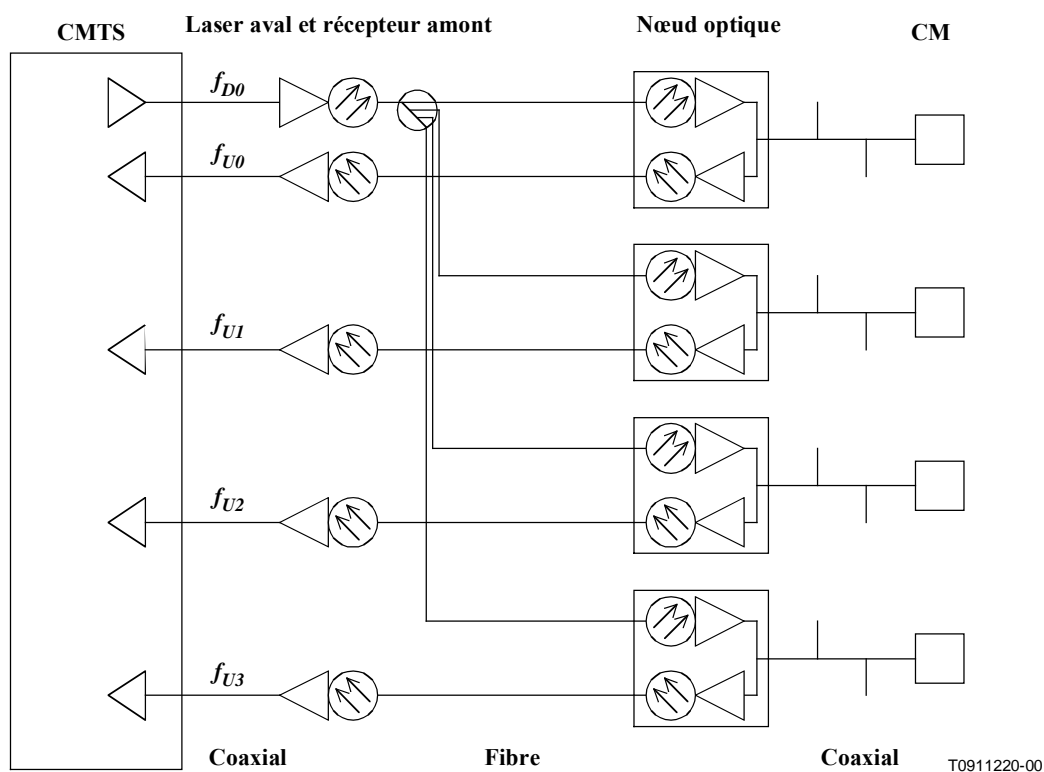


Figure B.H-1/J.112 – Canaux aval et amont uniques par CM

Dans cette topologie, le CMTS transmet les descripteurs de canal amont (UCD, *upstream channel descriptor*) et les tableaux MAP pour chacun des quatre canaux amont associés au canal aval partagé.

Chaque CM ne peut malheureusement pas déterminer la branche de fibre optique à laquelle il est raccordé car il n'y a aucun moyen d'acheminer les informations géographiques concernant le canal aval partagé. Lors de l'initialisation, le CM prélève au hasard un descripteur UCD et son tableau MAP correspondant. Le CM choisit ensuite une opportunité de maintenance initiale concernant ce canal et émet une demande de télémétrie.

Le CMTS recevra la demande de télémétrie et redirigera le CM vers l'identifiant de canal amont approprié en spécifiant cet identifiant dans la réponse de télémétrie. Le CM DOIT alors utiliser l'identifiant de canal contenu dans la réponse de télémétrie et non pas l'identifiant du canal sur lequel la demande de télémétrie avait été émise. Cela n'est nécessaire que dans la première réponse de télémétrie reçue par le CM. Celui-ci DEVRAIT continuer normalement le processus de télémétrie puis passer à l'attente d'éléments d'information de maintenance de station.

A partir de là, le CM utilisera le tableau MAP qui convient à la branche de fibre optique à laquelle il est connecté. Si le CM doit refaire une maintenance initiale, il peut commencer avec son descripteur UCD déjà connu au lieu d'en choisir un au hasard.

Un certain nombre de contraintes sont imposées par cette topologie:

- toutes les opportunités de maintenance initiale doivent être alignées entre tous les nœuds optiques. Lorsque le CM choisit un descripteur UCD à utiliser puis utilise le tableau MAP pour ce canal, le CMTS doit être disposé à recevoir une demande de télémétrie dans cette opportunité de maintenance initiale. Noter que seuls les intervalles d'initialisation doivent être alignés. Une fois que le CM est correctement réglé sur un canal amont, ses activités n'ont besoin d'être alignées qu'avec les autres utilisateurs du même canal amont. Dans la Figure B.H-1, la transmission de données ordinaire et les demandes de largeur de bande ordinaires peuvent intervenir indépendamment dans les quatre canaux amont;
- tous les canaux amont des différents nœuds devraient fonctionner à la même fréquence ou aux mêmes fréquences à moins que l'on sache qu'aucun autre service amont ne subira l'influence d'une transmission par CM d'une demande de télémétrie sur une fréquence "erronée" au cours d'une opportunité de maintenance initiale. Le CM peut transmettre sur la fréquence erronée s'il choisit arbitrairement un descripteur UCD de canal amont et l'applique à un canal amont d'un autre nœud optique. Cela pourrait provoquer un allongement de la durée de maintenance initiale mais pourrait être un compromis acceptable dans le système afin de conserver l'indépendance entre segments de câble en termes de gestion du spectre;
- tous les canaux amont peuvent fonctionner à différentes rapidités de modulation. Un compromis est cependant mis en jeu entre le temps nécessaire pour acquérir les paramètres de télémétrie et la souplesse du canal amont en termes de rapidité de modulation. Le CMTS ne sera pas en mesure de démoduler la demande de télémétrie si les rapidités de modulation ne sont pas les mêmes parce que la demande de télémétrie a été émise à une rapidité de modulation erronée par rapport au récepteur amont particulier de ce canal. Le résultat sera que le CM effectuera des essais comme indiqué dans la spécification RFI et qu'il essaiera finalement d'autres canaux amont, associés au canal aval actuellement utilisé. Le fait d'augmenter la probabilité de succès par essais de télémétrie sur canaux multiples augmente la durée d'initialisation du CM mais le fait d'utiliser différentes rapidités de modulation à différents nœuds optiques offre de la souplesse pour régler le degré d'atténuation du bruit de rafale;
- toutes les opportunités de maintenance initiale sur différents canaux peuvent utiliser différentes caractéristiques de rafale de façon que le CMTS puisse démoduler la demande

de télémétrie. Là encore, il s'agit d'un compromis entre le temps d'acquisition de la réponse de télémétrie et la souplesse offerte pour régler les paramètres de couche Physique entre différents canaux amont. Si les paramètres de rafale amont ne sont pas les mêmes pour la maintenance initiale, le CMTS ne sera pas en mesure de démoduler la réponse de télémétrie émise avec des paramètres de rafale erronés pour le canal particulier. Le résultat sera que le CM effectuera des essais comme indiqué dans la spécification RFI et qu'il essaiera finalement d'autres canaux amont, associés au canal aval actuellement utilisé. Le fait d'augmenter la probabilité de succès par essais de télémétrie sur canaux multiples augmente la durée d'initialisation du CM mais le fait d'utiliser différents paramètres de rafale pour la maintenance initiale à différents nœuds optiques permet d'adapter ces paramètres en fonction des conditions d'installation extérieure dans un nœud spécifique.

## **B.H.2 Aval multiples et amont multiples par segment de câble**

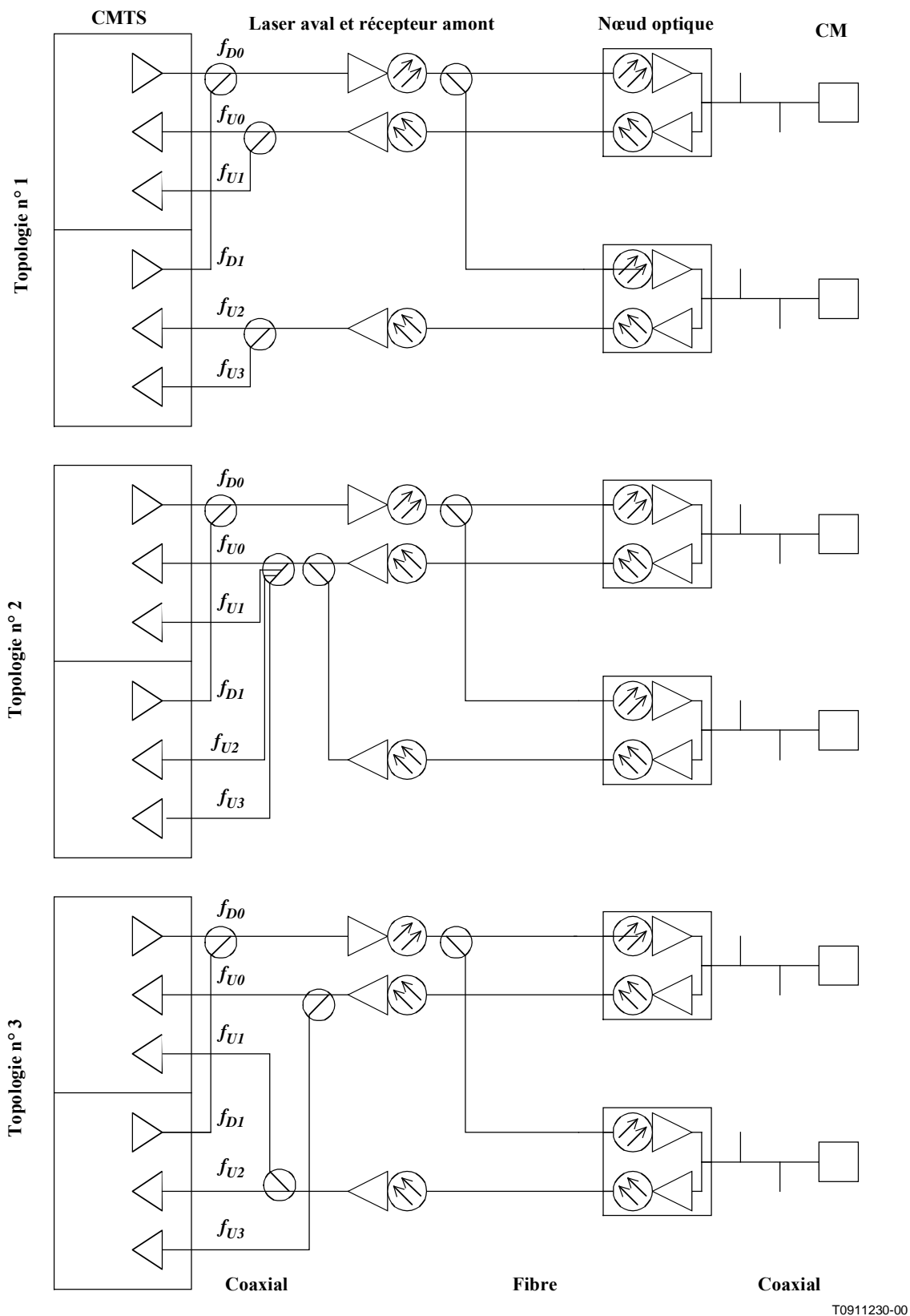
Le présent paragraphe présente un ensemble plus complexe d'exemples de CM desservis par plusieurs canaux aval et par plusieurs canaux amont, où ces canaux aval et amont font partie d'un même domaine de commande MAC. L'interaction de la maintenance initiale, du fonctionnement normal et de la modification dynamique de canal est profilée, ainsi que l'influence des multiples canaux aval, au moyen d'horodatages synchronisés ou non synchronisés.

Les horodatages synchronisés concernent les deux canaux aval qui transmettent un marqueur temporel calculé à partir d'une fréquence d'horloge commune et qui ont des bases de temps communes. Dans chaque canal aval, les horodatages n'ont pas à être transmis en même temps afin d'être considérés comme synchronisés.

### **B.H.2.1 Topologies**

Dans l'hypothèse où deux canaux aval sont utilisés en liaison avec quatre canaux amont, les trois topologies de la Figure B.H-2 correspondent à deux groupes géographiques de modems, desservis l'un et l'autre par les deux mêmes canaux aval. Ces topologies diffèrent par leur connexité amont.





**Figure B.H-2/J.112 – Canaux aval multiples et canaux amont multiples par CM**

Dans la topologie n° 1, la voie de retour de chaque nœud optique est connectée à un ensemble spécialisé de récepteurs amont. Un CM verra les deux canaux aval mais un seul canal amont associé à l'un de ces deux canaux aval.

Dans la topologie n° 2, la voie de retour de chaque nœud optique est combinée aux autres puis répartie entre tous les récepteurs amont. Un CM verra les deux canaux aval et les quatre canaux amont utilisés avec ces deux canaux aval.

Dans la topologie n° 3, la voie de retour de chaque nœud optique est répartie puis envoyée aux multiples récepteurs amont, chacun étant associé à un canal aval différent. Un CM verra les deux canaux aval et un seul canal amont associé à chacun de ces deux canaux aval.

La topologie n° 1 est celle qui est couramment utilisée. Les déplacements entre canaux aval ne peuvent se produire que si les horodateurs des deux canaux aval sont synchronisés. La topologie n° 2 et la topologie n° 3 visent à compenser les canaux aval qui ont des horodateurs non synchronisés et permettent un déplacement entre canaux aval à condition que les canaux amont soit modifiés en même temps.

Les CM ont la capacité de recevoir une seule fréquence et d'émettre une seule fréquence.

### B.H.2.2 Fonctionnement normal

Le Tableau B.H-1 énumère les messages qui contiennent des identifiants de canal.

**Tableau B.H-1/J.112 – Messages MAC avec identifiants de canal**

Message MAC	Identifiant de canal aval	Identifiant de canal amont
UCD	Oui	Oui
MAP	Non	Oui
RNG-REQ	Oui	Non
RNG-RSP	Non	Oui
DCC-REQ	Oui	Oui

Avec horodateurs non synchronisés:

- étant donné que la synchronisation amont se fonde sur les horodatages aval, chaque canal amont doit être associé à l'horodateur d'un des canaux aval;
- les canaux aval ne devraient transmettre que les messages MAP et UCD qui se rapportent à leurs canaux amont associés.

Avec horodateurs synchronisés:

- étant donné que la synchronisation amont peut être obtenue à partir de l'un ou de l'autre des canaux aval, tous les canaux amont peuvent être associés à un canal aval quelconque;
- toutes les tableaux MAP et tous les descripteurs UCD de tous les canaux amont devraient être émis dans tous les canaux aval. Les messages UCD contiennent un identifiant de canal aval afin que le CMTS puisse déterminer, avec le message RNG-REQ, le canal aval sur lequel le CM se trouve. Les messages UCD de chaque canal aval contiendront donc différents identifiants de canal aval, bien qu'ils puissent contenir le même identifiant de canal amont.

### B.H.2.3 Maintenance initiale

Lorsqu'un CM effectue une maintenance initiale, la topologie est inconnue et la cohérence des horodateurs entre canaux aval est inconnue. Le CM choisit donc l'un ou l'autre des canaux aval et n'importe lequel des descripteurs UCD est envoyé dans ce canal aval.

Dans les deux cas:

- les fréquences de canal amont doivent être différentes dans un même canal amont physique ou dans des canaux amont physiques combinés;

- les contraintes spécifiées au § B.H.1 sont applicables.

#### **B.H.2.4 Modification dynamique de canal**

Avec des horodateurs non synchronisés:

- lorsqu'une demande DCC-REQ est émise, elle doit contenir de nouvelles paires de fréquences amont/aval, toutes deux associées au même horodateur;
- lorsque le CM se resynchronise sur le nouveau canal aval, il doit permettre la resynchronisation des horodateurs sans procéder à une nouvelle télémétrie, à moins qu'il n'en ait reçu l'ordre par la commande DCC-REQ;
- la topologie n° 1 prendra en charge les modifications des canaux amont locaux qui sont présents dans un segment de câble mais ne prendra pas en charge les modifications des canaux aval. Les topologies n° 2 et 3 prendront en charge les modifications de tous les canaux amont et aval d'un même nœud optique à condition que la nouvelle paire de canaux aval et amont soit associée au même horodateur.

Avec des marqueurs temporels synchronisés:

- les modifications de canal aval et les modifications de canal amont sont indépendantes les unes des autres;
- les topologies n° 1, 2 et 3 prendront en charge les modifications de tous les canaux amont et aval présents dans le segment de câble.

## **Annexe B.I**

### **Protocole d'interconnexion arborescente des données par câble**

Le paragraphe B.5.1.2.1 prescrit l'utilisation du protocole d'interconnexion arborescente pour les modems câble (CM) destinés à un usage commercial et pour le pontage de systèmes CMTS. L'Annexe B.I décrit la manière dont le protocole d'interconnexion arborescente IEEE 802.1D est adapté à la transmission de données par câble.

#### **B.I.1 Fondements**

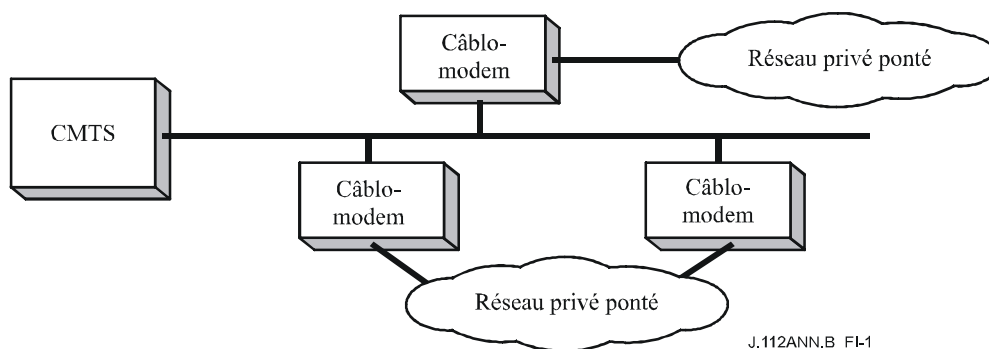
On utilise fréquemment un protocole d'interconnexion arborescente dans un réseau ponté pour désactiver des connexions de réseau redondantes. Autrement dit, pour réduire une topologie maillée de réseau arbitraire en topologie active, qui est une arborescence couvrant tous les segments du réseau. Il convient de ne pas confondre l'algorithme et le protocole d'interconnexion arborescente avec la fonction d'acheminement des données proprement dite; l'acheminement des données peut suivre des règles transparentes d'apprentissage de pontage ou employer plusieurs autres mécanismes. Par la désactivation de connexions redondantes, le protocole d'interconnexion arborescente supprime les boucles topologiques qui, sinon, provoqueraient des renvois incessants de paquets par de nombreux modèles de dispositif de transmission.

On utilise un protocole d'interconnexion arborescente normalisé [IEEE 802.1Q] dans la plupart des réseaux locaux pontés. Ce protocole, qui était destiné aux réseaux LAN privés, doit subir quelques modifications pour l'adapter à la transmission de données par câble.

#### **B.I.2 Interconnexion arborescente publique**

Pour utiliser un protocole d'interconnexion arborescente dans un réseau ouvert au public tel que la transmission de données par câble, il faut apporter plusieurs modifications au processus [IEEE 802.1Q] de base. Avant tout, l'interconnexion arborescente publique doit être isolée de tout réseau avec interconnexion arborescente privée auquel elle est connectée. Ceci a pour but de

protéger tant le réseau câblé public que les réseaux privés qui y sont raccordés. La Figure B.I-1 illustre la topologie générale.

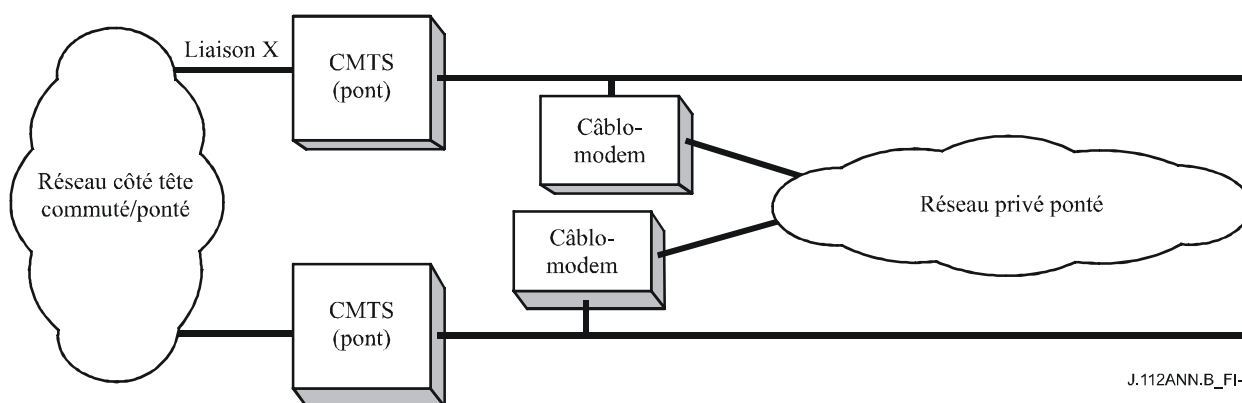


**Figure B.I-1/J112 – Topologie d'interconnexion arborescente**

Le protocole d'interconnexion arborescente publique a pour objet, conformément à la Figure B.I-1 :

- d'isoler les réseaux pontés privés les uns des autres. Si les deux réseaux privés fusionnent leurs arbres d'expansion, chacun d'eux s'expose aux instabilités de l'autre. Par ailleurs, l'arbre combiné peut dépasser le diamètre de pontage maximal permis;
- d'isoler le réseau public des arbres d'expansion des réseaux privés. Le réseau public ne doit pas être exposé aux instabilités induites par les réseaux clients et ne doit pas modifier les caractéristiques d'interconnexion arborescente des réseaux clients;
- de désactiver l'une ou deux liaisons redondantes dans le réseau en câble pour prévenir les renvois en boucle. Cela devrait intervenir au niveau du modem câble et non au niveau d'un pont arbitraire à l'intérieur du réseau client.

Le protocole d'interconnexion arborescente doit également prendre en charge la topologie présentée à la Figure B.I-2.



**Figure B.I-2/J-112 – Interconnexion arborescente traversant des systèmes CMTS**

Dans la Figure B.I-2, le protocole d'interconnexion arborescente devrait, en fonctionnement normal, désactiver une liaison au niveau de l'un des deux modems câble. Il ne devrait pas transférer le trafic sur le réseau privé. On notera que dans certaines circonstances, par exemple la désactivation de la liaison X, l'interconnexion arborescente *transférera* le trafic sur le réseau privé (bien que les limites aux adresses MAC apprises arrêteront sans doute la plus grande partie du trafic en transit). Si cette déviation du trafic n'est pas souhaitable, il convient de l'empêcher par des moyens autres que l'interconnexion arborescente, par exemple en utilisant des routeurs.

### B.I.3 Détails du protocole d'interconnexion arborescente publique

L'algorithme et le protocole d'interconnexion arborescente de données par câble est identique à celui défini dans [IEEE 802.1Q], avec les exceptions suivantes:

- pour transmettre des unités de données protocolaires de pont (BPDU, *bridge protocol data unit*) de configuration, l'adresse 01-E0-2F-00-00-03 de multidiffusion d'interconnexion arborescente de données par câble DOIT être utilisée plutôt que celle définie dans IEEE 802.1Q. Ces unités BPDU seront acheminées plutôt que recalculées par des ponts IEEE 802.1Q ordinaires;
- pour transmettre des unités BPDU de configuration, l'en-tête de protocole AA-AA-03-00-E0-2F-73-74 de point SNAP DOIT être utilisé plutôt que l'en-tête 42-42-03 de procédure LLC employé dans IEEE 802.1Q. Cela a pour but de mieux différencier ces unités BPDU de celles utilisées par les ponts IEEE 802.1Q, au cas où certains de ces ponts n'identifieraient pas correctement des adresses MAC en diffusion groupée (voir Note).  
NOTE – Il est probable qu'il y a un certain nombre de ponts d'interconnexion arborescente déployés qui se fondent uniquement sur les points LSAP pour distinguer les paquets IEEE 802.1Q. De tels dispositifs ne fonctionneraient pas correctement si les unités BPDU de données par câble utilisaient également l'identifiant LSAP = 0x42;
- les unités BPDU IEEE 802.1Q DOIVENT être ignorées et écartées sans bruit;
- les unités PDU de notification de changement de topologie (TCN, *topology change notification*) ne DOIVENT PAS être transmises (ni traitées). Ces notifications TCN sont utilisées dans les réseaux IEEE pour accélérer le vieillissement de la base de données d'apprentissage lorsque la topologie de réseau peut avoir changé. Etant donné que le mécanisme d'apprentissage au sein du réseau en câble est généralement différent, ce message n'est pas nécessaire et peut entraîner des débordements inutiles;
- les CMTS fonctionnant en tant que ponts doivent participer à ce protocole et doivent bénéficier de priorités élevées (plus grande probabilité d'être racine) que les modems câble. L'interface NSI du système CMTS DEVRAIT se voir attribuer un coût de port équivalent à une vitesse de liaison d'au moins 100 Mbit/s. Ces deux conditions, associées, devraient garantir que:
  - 1) un CMTS est la racine;
  - 2) que tout autre CMTS utilisera le réseau de tête plutôt qu'un réseau client pour atteindre la racine;
- le groupeur MAC du CMTS DOIT renvoyer des unités BPDU des canaux amont aux canaux aval, que le CMTS serve de routeur ou de pont.

Il faut noter que les modems câble ayant ce protocole activé transmettront des unités BPDU aux réseaux des abonnés pour identifier d'autres modems câble du même réseau d'abonné. Ces unités BPDU d'interconnexion arborescente publique seront acheminées de manière transparente sur tout réseau d'abonné privé ponté. D'une manière analogue, les CMTS de pontage transmettront des unités BPDU sur l'interface NSI tant que sur l'interface RFI. L'adresse de diffusion groupée et l'en-tête de protocole SNAP définis ci-dessus sont utilisés dans toutes les liaisons.

#### B.I.4 Paramètres et valeurs par défaut d'interconnexion arborescente

La section 4.10.2 de la référence [IEEE 802.1Q] spécifie un certain nombre de valeurs de paramètre recommandées. Ces valeurs devraient être utilisées, avec les exceptions ci-après:

##### Bilan de conduit

Dans [IEEE 802.1Q], 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:

$$\text{Bilan de conduit} = 1000/(\text{rapidité de modulation amont} \times \text{nombre de bits par symbole pour attribution de données longues})$$

En d'autres termes, le type de modulation (QPSK ou 16 QAM) pour le code 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.I-1 indique les valeurs ainsi calculées.

**Tableau B.I-1/J.112 – Bilan de conduit pour un CM**

Rapidité de modulation	Bilan de conduit par défaut	
	QPSK	16 QAM
kBd		
160	3125	1563
320	1563	781
640	781	391
1280	391	195
2560	195	98

Pour les systèmes CMTS, cette formule est adaptée comme suit:

$$\text{Bilan de conduit} = 1000/(\text{rapidité de modulation aval} \times \text{nombre de bits par symbole})$$

##### Priorité de pontage

Pour les CM, la priorité de pontage DEVRAIT être, par défaut, 36 864 (0x9000). Ceci a pour but d'influencer le réseau de telle manière que la racine tendra à se trouver au CMTS. La valeur par défaut du CMTS DEVRAIT être de 32 768, conformément à l'IEEE 802.1Q.

Il faut noter que ces deux recommandations interviennent uniquement sur les réglages *par défaut*. Ces paramètres, ainsi que d'autres paramètres définis dans IEEE 802.1Q, DEVRAIENT être gérables dans toute leur étendue au moyen de la base MIB de pontage ([RFC 1493]) ou par d'autres moyens.

## **Annexe B.J**

### **Codes et messages d'erreur**

Se reporter à l'Annexe H de OSSIV1.1 [SCTE4] pour une liste complète des codes et messages d'erreur.

## **Annexe B.K**

### **Transmission DOCSIS et résolution des conflits**

(Cette annexe est informative)

#### **B.K.1 Introduction**

L'Annexe B.K essaye de préciser le fonctionnement des algorithmes de transmission et de résolution des conflits DOCSIS. Elle comporte quelques simplifications mineures et quelques hypothèses mais devrait néanmoins contribuer à rendre claire cette partie de la spécification.

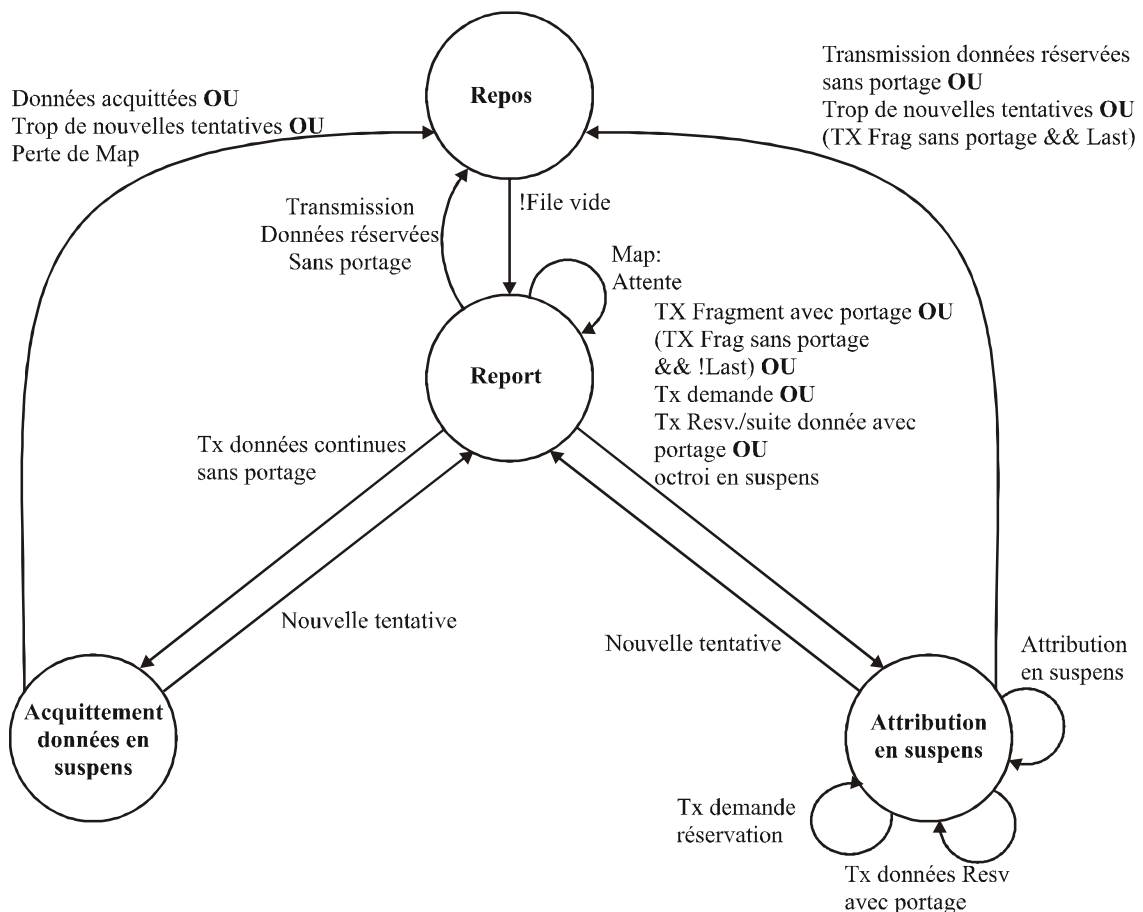
L'exemple comporte quelques simplifications:

- il ne traite pas explicitement des arrivées de paquets pendant le temps d'attente ou en attendant les attributions en suspens et ne donne pas de précision sur le dimensionnement des demandes de portage;
- le CM envoie une demande de portage pour la trame suivante dans le dernier fragment et non à l'intérieur d'un des en-têtes de la trame d'origine;
- une grande partie a trait à la concaténation, mais ne cherche pas à entrer dans les détails de cette situation.

Par ailleurs, il part de quelques hypothèses:

- qu'une demande s'intègre toujours dans une région de demande/données;
- qu'en cas d'envoi d'une demande de portage avec un paquet de données de concurrence, la machine d'état vérifie uniquement les attributions demandées et suppose que l'accusé de réception des données pour le paquet de données en concurrence a été fourni par le CMTS;
- probablement quelques autres, mais devrait néanmoins permettre de traiter la question de base.

Voir la Figure B.K-1.



J.112ANN.B\_FK-1

**Figure B.K-1/J.112 – Diagramme de transition d'état de transmission et de report**

### Définitions des variables

Start	Champ de début de temporisation de données du tableau MAP "en vigueur"
End	Champ de fin de temporisation de données du tableau MAP "en vigueur"
Window	Fenêtre de temporisation en cours
Random[n]	Générateur de nombre aléatoire qui sélectionne un nombre compris entre 0 et n-1
Defer	Nombre d'opportunités de transmission qu'il convient de reporter avant d'émettre
Retries	Nombre de tentatives de transmission n'ayant pas abouti
Tx_time	Heure enregistrée d'émission de demande ou de demande/données
Ack_time	Heure d'accusé de réception du tableau MAP en vigueur
Piggyback	Drapeau utilisé lorsqu'une demande de portage est ajoutée à un paquet à transmettre
Queue_Empty	Drapeau utilisé lorsqu'une file de données pour le SID en question est vide
Lost_Map	Drapeau utilisé lorsqu'un tableau MAP est perdu et que le système se trouve en état d'accusé de réception de données en suspens
my_SID	Identifiant de service de la file qui a un paquet à transmettre
pkt size	Taille de paquet de données, y compris commande MAC, et redondance de couche Physique (y compris portage si utilisé)
frag_size	Taille du fragment
Tx_Mode	{Full_Pkt; First_Frag; Middle_Frag; Last_Frag} (mode d'émission: paquet complet, premier fragment, fragment médian, dernier fragment)
min_frag	Taille du fragment minimal



### Etat: Repos – Attente de paquet à transmettre

```
Window = 0;
Retries = 0;
Wait for !Queue_Empty;          /* Paquet prêt à être transmis */
CalcDefer();
go to Deferring
```

### Etat: Acq. de données en attente – En attente d'accusé de réception de données seulement

```
Attente de MAP suivant;

if (Data Acknowledge SID == my_SID) /* Aboutissement! Le CMTS a reçu le paquet
                                     /* de données
    go to state Idle;
else if (Ack_time > Tx_time)         /* COLLISION!!! ou perte de paquet ou
                                     /* perte de MAP */
    {
    if (Lost_Map)
        go to state Idle;           /* Hypothèse: paquet acquitté pour éviter
                                     /* l'envoi en double */
    else
        Retry();
    }
rester dans l'état d'accusé de réception de données en attente;
```

### Etat: Attributions en attente – En attente d'attribution

```
Attente de MAP suivant;
while (Grant SID == my_SID)
    UtilizeGrant();
if (Ack_time > Tx_time)             /* COLLISION!!!! ou demande refusée/perdue
                                     ou MAP perdu */
    Retry();
rester dans l'état attente d'attribution
```

### Etat: Report – Déterminer rythme et transmission appropriés

```
if (Grant SID == my_SID)           /* Attribution non sollicitée */
    {
    UtilizeGrant();
    }
else if (SID de demande envoi individuel == my_SID) /* demande unidiffusée
                                                       /* non sollicitée */
    {
    transmit Request in reservation;
    Tx_time = time;

    passer à l'état attribution en cours;
    }
else
    {
    for (chaque opportunité d'émission de demande ou demande/données)
        {
        if (Defer != 0)
            Defer = Defer - 1;      /* maintenir le report jusqu'à ce que
                                     /* report = 0 */

        else
            {
            if (Request/Data tx_op) and
                (Request/Data size >= pkt size) /* Envoyer données en
                                                  /* concurrence */
                {
                transmit data pkt in contention;
                Tx_time = time;
            }
        }
    }
}
```

```

        if (Piggyback)
            go to state Grant Pending;
        else
            go to state Data Ack Pending;
    }
else
    /* envoyer demande en concurrence */
    {
        transmit Request in contention;
        Tx_time = time;
        go to state Grant Pending;
    }
}
}
}

```

Wait for next Map;  
stay in state Deferring

### **Fonction: CalcDefer() – Déterminer le report**

```

if (Window < Start)
    Window = Start;

```

```

if (Window > End)
    Window = End;

```

```

Defer = Random[2^Window];

```

### **Fonction: UtilizeGrant() – Déterminer meilleure utilisation d'une attribution**

```

if (Grant size >= pkt size)
    /* CM peut envoyer paquet complet */
    {
        transmit packet in reservation;
        Tx_time = time;
        Tx_mode = Full_pkt

        if (Piggyback)
            go to state Grant Pending
        else
            go to state Idle;
    }
else if (Grant size < min_frag && Grant Size > Request size)
    /* impossible d'envoyer un fragment, mais possible d'envoyer une demande */
    {
        transmit Request in reservation;
        Tx_time = time;

        go to state Grant Pending;
    }
else if (Grant size == 0)
    /* attribution en suspens */
    go to state Grant Pending;
else
    {
        while (pkt_size > 0 && Grant SID == my_SID)
        {

            if (Tx_mode == Full_Pkt)
                Tx_mode = First_frag;
            else
                Tx_mode = Middle_frag;
            pkt_size = pkt_size - frag_size;
        }
    }

```

```

if (pkt_size == 0)
    Tx_mode = Last_frag;
if (another Grant SID == my_SID)      /* mode attributions multiples */
    piggyback_size = 0
else
    piggyback_size = pkt_size          /* mode portage*/

if (piggyback_size > 0)
    transmit fragment with piggyback request for remainder of packet in
reservation
else
    transmit fragment in reservation;
}

go to state Grant Pending;

```

### **Fonction: Retry()**

```

Retries = Retries + 1;
if (Retries > 16)
{
    discard pkt, indicate exception condition
    go to state Idle;
}

Window = Window + 1;

CalcDefer();

go to state Deferring;

```

## Annexe B.L

### Exemple de protocole IGMP

Le paragraphe B.5.3.1 définit les exigences pour la prise en charge de la signalisation du protocole IGMP par les CMTS et les CM. L'Annexe B.L donne un exemple de modem câble avec automate à états en mode passif pour la maintenance de l'adhésion à un groupe en multidiffusion unique.

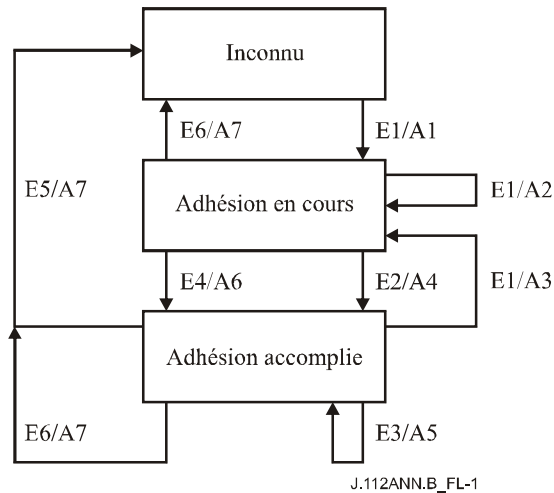


Figure B.L-1/J.112 – Prise en charge du protocole IGMP-CM en mode passif

#### Événements

E1: MR reçu sur CPE I/f

E2: arrivée à expiration du temporisateur M1

E3: MQ reçu sur RF I/f

E4: MR reçu sur RF I/f

E5: arrivée à expiration du temporisateur M2

E6: échec d'authentification (voir Note)

NOTE 1 – La réponse SA-MAP retourne un code d'erreur de 7 – "non autorisé pour le flux de trafic aval demandé".

#### Actions

A1: MQI = 125 s; QRI = 10 s; débiter le temporisateur M1 avec une valeur aléatoire entre 0 et 3 s; débiter le temporisateur M2 = 2 × MQI + QRI; débiter la machine TEK, si nécessaire (voir Note); ajouter l'adresse en multidiffusion au filtre de multidiffusion

A2: écarter le paquet MR

A3: rétablir le temporisateur M2 = 2 × MQI + QRI; débiter le temporisateur M1 avec une valeur aléatoire entre 0 et 3 s

A4: émettre MR sur RF I/f; mettre I = heure courante

A5: recalculer MQI = MAX(125, heure courante – I); mettre I = heure courante, transmettre MQ sur CPE i/f

A6: annuler le temporisateur M1

A7: supprimer l'adresse de multidiffusion du filtre de multidiffusion

NOTE 2 – Si le trafic en multidiffusion est chiffré, il faut alors lancer une machine TEK pour déchiffrer les paquets en multidiffusion chiffrés. Pour déterminer si la multidiffusion est chiffrée, le modem câble fait une demande SA-MAP au CMTS pour obtenir le SAID associé à l'adresse de groupe en multidiffusion. Si la réponse SA-MAP retourne un identifiant SAID, une machine TEK est alors lancée. Aucune machine TEK n'est nécessaire si la réponse SA-MAP indique que le trafic en multidiffusion n'est pas chiffré. La réponse SA-MAP peut aussi indiquer que le modem câble n'est pas autorisé à recevoir le trafic en multidiffusion. Dans ce cas, le modem câble arrête l'automate à état de multidiffusion et cesse de retransmettre le trafic en multidiffusion.

## **Annexe B.M**

### **Services d'attribution non sollicitée**

L'Annexe B.M examine l'emploi envisagé du service d'attribution non sollicitée (UGS, *unsolicited grant service*) et du service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité (UGS-AD, *unsolicited grant service with activity detection*); elle propose également des exemples spécifiques.

#### **B.M.1 Service d'attribution non sollicitée (UGS)**

##### **B.M.1.1 Introduction**

Le service d'attribution non sollicitée est un type de service d'organisation de flux amont utilisé pour mapper le trafic à débit binaire constant (CBR, *constant bit rate*) en flux de service. Etant donné que le flux amont a une largeur de bande programmée, un service à débit CBR peut être établi par le CMTS en organisant un flux régulier d'attributions. Ceux-ci sont appelés non sollicités parce que la largeur de bande est prédéterminée et qu'il n'y a pas de demande permanente en cours.

L'exemple classique d'une application à débit CBR qui présente de l'intérêt est celui des paquets de voix sur IP (VoIP, *voice over Internet protocol*). Il y a probablement d'autres applications.

Les services d'organisation du flux amont sont associés avec des flux de service, chacun de ceux-ci étant associé à un identifiant de service (SID) unique. Chaque flux de service peut avoir plusieurs classificateurs. Chaque classificateur peut être associé à un flux de média à débit CBR unique. Les classificateurs peuvent être ajoutés ou retirés d'un flux de service. La sémantique de service UGS devra prendre en compte des flux de média CBR uniques ou multiples pour chaque identifiant SID.

Pour les besoins de l'Annexe B.M, la sortie d'un classificateur sera appelée un sous-flux. Etant donné qu'une session de voix sur IP est identifiée au moyen d'un classificateur, un sous-flux se référera, dans le présent contexte, à une session de voix sur IP.

##### **B.M.1.2 Paramètres de configuration**

- Intervalle d'attributions nominal.
- Taille d'attribution non sollicitée.
- Gigue d'attributions tolérée.
- Attributions par intervalle.

Les explications relatives à ces paramètres et leurs valeurs par défaut sont données dans l'Annexe B.C.

##### **B.M.1.3 Fonctionnement**

Lorsqu'un flux de service est mis en service pour un service UGS, l'intervalle d'attributions nominal choisi est égal à l'intervalle de paquet de l'application CBR. Par exemple, les applications VoIP avec

des tailles de paquet de 10 ms nécessiteront un intervalle d'attributions nominal de 10 ms. La taille d'une attribution est choisie de manière à satisfaire les besoins de largeur de bande de l'application CBR; elle est en rapport direct avec la longueur du paquet.

Lorsque plusieurs sous-flux sont attribués à un service UGS, plusieurs attributions par intervalle sont émises. Il n'y a pas de mappage explicite entre les sous-flux et les attributions. Les attributions multiples par intervalle constituent un ensemble d'attributions dans lequel chaque sous-flux peut utiliser n'importe quelle attribution.

On part de l'hypothèse, dans cet exemple de fonctionnement, du cas UGS par défaut dans lequel il n'y a ni concaténation ni fragmentation.

#### B.M.1.4 Gigue

La Figure B.M-1 montre la relation entre l'intervalle d'attributions et la gigue d'attributions tolérée; elle montre également un exemple de gigue de sous-flux.

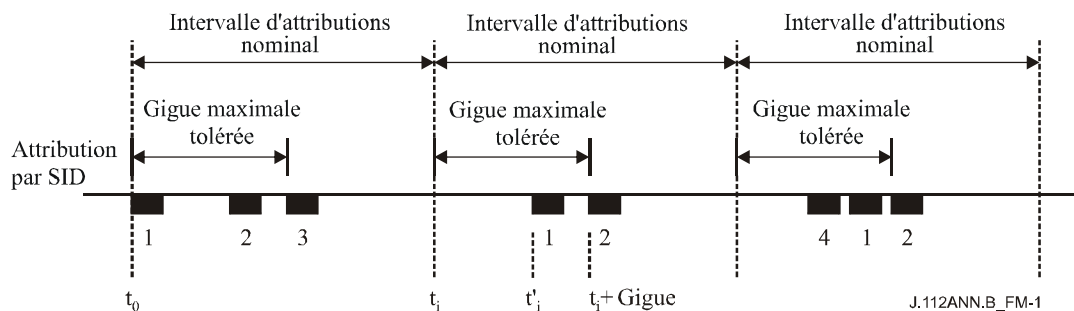


Figure B.M-1/J.112 – Exemple de gigue avec plusieurs attributions par SID

Pour une seule attribution par intervalle, la gigue maximale tolérée est la différence entre l'instant d'attribution réel ( $t'_i$ ) et l'instant d'attributions nominal ( $t_i$ ). S'il y a plusieurs attributions par intervalle, la gigue d'attributions tolérée est la différence maximale entre l'instant réel ( $t'_i$ ) de la dernière attribution du groupe et l'instant d'attributions nominal ( $t_i$ ). Si l'arrivée d'une attribution quelconque se situe à l'instant  $t'_i$ ,  $t_i \leq t'_i \leq t_i + \text{gigue}$ .

La Figure B.M-1 montre la manière dont un sous-flux subira la gigue même si les attributions individuelles ne se déplacent pas par rapport à leur position relative. Au cours du premier intervalle, trois sessions VoIP sont établies et se trouvent occuper les trois attributions. Dans le deuxième intervalle, la troisième session VoIP a été évincée. Comme le CMTS ne connaît pas les associations sous-flux/attribution, il décide d'annuler la première attribution. Les deux appels restants viennent occuper les deux autres attributions. Dans le troisième intervalle, une nouvelle session VoIP (la session quatre) ainsi qu'une nouvelle attribution sont ajoutées. Il se trouve que le nouvel appel occupe la nouvelle attribution. Les sous-flux peuvent donc se déplacer à l'intérieur de leur intervalle de gigue.

L'avantage d'un petit intervalle de gigue est que le tampon de gigue de réception de l'appel VoIP peut rester petit. Un tel petit intervalle de gigue a pour inconvénient d'imposer des contraintes de programmation au CMTS.

La limite d'un intervalle d'attribution nominal est arbitraire; elle n'est pas communiquée entre le CMTS et le CM.

NOTE – Des événements plus sérieux tels que la perte d'un tableau MAP aval, ou le saut de fréquence d'un flux amont peuvent provoquer la sortie des sous-flux de cette fenêtre de gigue.

### **B.M.1.5 Considérations relatives à la synchronisation**

Deux problèmes de synchronisation se présentent lors de l'acheminement de trafic CBR, tel que des sessions VoIP, sur un réseau. Le premier est un décalage de fréquence entre l'horloge source et l'horloge de destination. Ce problème est géré par l'application VoIP et ne relève donc pas du domaine de l'Annexe B. Le deuxième problème est un décalage de fréquence entre les sources/collecteurs CBR et le canal support qui les achemine.

Précisément, si l'horloge qui génère les paquets VoIP vers l'amont n'est pas synchronisé avec l'horloge du CMTS qui fournit le service UGS, les paquets VoIP peuvent commencer à s'accumuler dans le CM. Cela peut également se produire en cas de perte du tableau MAP.

Lorsque le CM détecte cette situation, il active l'indicateur de file d'attente de l'élément EH de flux de service. Le CMTS répondra en émettant une attribution supplémentaire occasionnelle, tout en veillant à ne pas dépasser 1% de la largeur de bande mise à disposition (cela correspond à un maximum d'une attribution supplémentaire toutes les cent attributions). Le CMTS continuera à fournir cette largeur de bande supplémentaire jusqu'à ce que le CM désactive le bit correspondant.

Un problème analogue se présente vers aval. La source d'émission d'extrémité distante peut ne pas être synchronisée en fréquence avec l'horloge qui pilote le CMTS. Le CMTS DEVRAIT donc adopter un débit légèrement plus élevé que le débit exact prévu afin de tenir compte de ce décalage et d'empêcher l'accumulation de retards ou la perte de paquets au niveau du CMTS.

### **B.M.2 Service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité (UGS-AD)**

#### **B.M.2.1 Introduction**

Le service d'attribution non sollicitée avec détection d'activité (UGS-AD) est un type de service de programmation de flux amont. Le présent paragraphe décrit une application de ce service, qui est le support pour la détection d'activité vocale (VAD, *voice activity detection*). La détection VAD, également appelée suppression des silences, est une technique vocale dans laquelle le codec émetteur envoie des échantillons vocaux uniquement lorsque l'impulsion vocale est significative. Le codec récepteur compensera les intervalles de silence en insérant du silence ou du bruit de confort de même niveau que le bruit de fond perçu dans la conversation.

L'intérêt de la détection VAD réside dans la réduction de la largeur de bande réseau nécessaire à la conversation. On estime que 60% d'une conversation vocale est constituée de silences. La suppression de ces silences permet à un réseau de traiter un trafic considérablement plus important.

Dans ce contexte, les sous-flux seront décrits comme étant actifs ou inactifs. Dans l'état de QS de la couche MAC, ces deux états sont appelés Actif.

#### **B.M.2.2 Paramètres de configuration MAC**

Les paramètres de configuration comprennent tous les paramètres UGS normaux et:

- l'intervalle d'interrogation nominal;
- la gigue de demande sollicitée tolérée.

Des explications relatives à ces paramètres et à leur valeur par défaut figurent dans l'Annexe B.C.

#### **B.M.2.3 Fonctionnement**

En l'absence d'activité, le CMTS envoie au CM des demandes sollicitées. En présence d'activité, il envoie des attributions non sollicitées. Le CM indique le nombre d'attributions par intervalle dont il a besoin à ce moment dans le champ d'attribution actif de l'en-tête UGSH de chaque paquet de chaque attribution non sollicitée. La demande du CM peut atteindre le nombre maximal d'attributions actives par intervalle. Le CM envoie constamment cette information d'état, raison pour laquelle aucun accusé de réception explicite n'est exigé du CMTS.

La détermination des niveaux d'activité est un élément à déterminer au niveau de l'implémentation. Les options d'implémentation sont:

- laisser au service de couche MAC le soin de fournir un temporisateur d'activité pour chaque classificateur. Le service de couche MAC marquerait "inactif" un sous-flux si les paquets cessaient d'arriver pendant un certain temps et marquerait "actif" un sous-flux au moment de l'arrivée d'un nouveau paquet. Le nombre d'attributions demandées égalerait le nombre de sous-flux actifs;
- laisser une entité de service de couche supérieure tel qu'un client du média incorporé indiquer l'activité au service de couche MAC.

Lorsque le CM reçoit des demandes sollicitées et qu'il détecte une activité, le CM demande une largeur de bande suffisante pour disposer d'une attribution par intervalle. Si l'activité porte sur plus d'un sous-flux, le CM indiquera cela dans le champ d'attribution actif de l'en-tête UGSH, à commencer par le premier octet qu'il envoie.

Lorsque le CM reçoit des attributions non sollicitées, il détecte une nouvelle activité et demande une nouvelle attribution, un délai s'écoule avant qu'il ne reçoive cette nouvelle attribution. Pendant ce délai, les paquets peuvent s'accumuler au niveau du CM. Lorsque la nouvelle attribution non sollicitée est ajoutée, le CMTS enverra une rafale d'attributions supplémentaires pour éliminer l'accumulation des paquets.

Lorsque le CM reçoit des attributions non sollicitées, qu'il détecte ensuite une activité sur un sous-flux et demande une attribution de moins, un délai s'écoulera avant que la réduction d'attribution n'ait lieu. S'il y a eu accumulation de paquets dans la file d'attente de transmission amont, les attributions supplémentaires réduiront la file ou la videront. Ceci est positif et maintient la latence du système à un niveau bas. La combinaison sous-flux/attribution spécifique change également. Cet effet se présente sous la forme d'une gigue de faible fréquence que l'extrémité distante doit gérer.

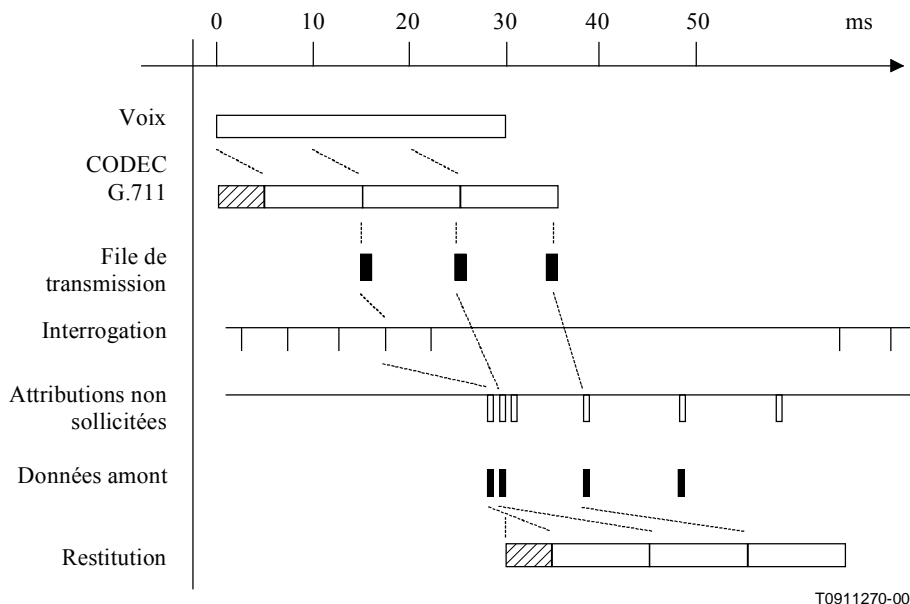
Lorsqu'un CM reçoit des attributions non sollicitées et ne détecte aucune activité sur un des ses sous-flux, il enverra un paquet dont le champ d'attribution actif de l'en-tête UGSH est mis à zéro, puis cessera d'émettre. Le CMTS commutera du mode UGS au mode interrogation en temps réel. Lorsqu'une activité est à nouveau détectée, le CM envoie une demande dans une de ses interrogations pour reprendre la remise d'attributions non sollicitées. Le CMTS ignore la taille de la demande et reprend l'envoi d'attributions au CM.

Le CMTS ne doit pas nécessairement surveiller séparément l'activité au niveau des paquets étant donné que le CM s'en charge. Si, dans le cas plus défavorable, le CMTS manque le dernier paquet qui indiquait zéro attribution, le CMTS et le CM seront à nouveau en synchronisation au début de la reprise de la conversation. Étant donné ce scénario, le CM, lorsqu'il passe d'inactif à actif, doit être capable de relancer la transmission avec des demandes sollicitées ou des attributions non sollicitées.

#### **B.M.2.4 Exemple**

La Figure B.M-2 présente un exemple d'appel vocal G.711 unique (64 kbit/s) avec une taille de paquet de 10 ms et un tampon de gigue de réception nécessitant un minimum de 20 ms d'activité vocale (soit 2 paquets) avant de commencer la restitution.





**Figure B.M-2/J.112 – Début et fin de détection d'activité vocale (VAD)**

Il faut supposer que l'impulsion vocale commence à l'instant zéro. Après un temps de traitement nominal et un temps de mise en paquet de 10 ms, le codec DSP génère des paquets vocaux qui sont transférés dans la file d'émission amont. Ensuite est envoyée la demande sollicitée suivante qui se traduit par le début de l'envoi d'attributions non sollicitées quelque temps plus tard. Des attributions non sollicitées additionnelles sont immédiatement émises pour supprimer la file amont.

Ces paquets traversent le réseau et arrivent au tampon de gigue de réception. Le tampon de gigue minimal de 20 ms est satisfait lorsque le deuxième paquet arrive. Comme les paquets sont rapprochés, seules quelques millisecondes additionnelles de latence sont ajoutées. Après un temps de traitement nominal, la restitution commence.

Lorsque l'impulsion vocale se termine, le CM envoie un paquet restant sans charge utile et avec le champ d'attribution actif de l'en-tête UGSH à zéro. Peu après, l'UGS s'arrête et l'interrogation en temps réel commence.

### **B.M.2.5 Rafale d'attributions pour la parole**

La rafale supplémentaire d'attributions non sollicitées qui se produit lorsqu'un flux devient actif est nécessaire parce que le tampon de gigue du côté réception du codec attend généralement de disposer d'une quantité minimale de d'échantillons vocaux avant de commencer la restitution. Tout retard entre l'arrivée de ces paquets initiaux s'ajoute à la latence finale de l'appel téléphonique. Donc, plus le CMTS reconnaît tôt que le CM a des paquets à envoyer et peut vider son tampon, plus ces paquets atteindront le récepteur tôt, et plus la latence encourue par l'appel téléphonique sera faible.

Le nombre d'attributions qui composent une rafale n'est pas déterminé. Lorsque le CM fait une demande d'attribution additionnelle, un paquet vocal a déjà été accumulé. Le CM n'a aucune indication sur le nombre d'attributions supplémentaires à demander étant donné qu'il n'a aucun ordre de grandeur du temps de réponse aller-retour qu'il recevra du CMTS, et donc du nombre de paquets qu'il peut accumuler. Le CMTS est mieux informé mais ne connaît toutefois pas les besoins du tampon de gigue distant.

Pour le CMTS, la solution consiste à choisir l'importance de la rafale et à envoyer ces attributions de manière rapprochée au début de l'impulsion vocale. Cela se produit lors du passage de

l'interrogation en temps réel au service UGS et lors de l'augmentation du nombre d'attributions non sollicitées par intervalle.

La latence de départ qui est généralement introduite par le temps de réponse à la demande d'attribution est présentée dans le Tableau B.M-1.

**Tableau B.M-1/J.112 – Exemple de demande d'attribution de temps de réponse**

Variable		Exemple de valeur	
1	Temps entre la création du paquet vocal et l'arrivée du paquet vocal dans la file amont du CM.	0-1	ms
2	Temps avant qu'une demande sollicitée soit reçue. Le cas le plus défavorable est celui de l'intervalle de demande sollicitée.	0-5	ms
3	Temps de réponse demande-attribution du CMTS. Cette valeur est touchée par la longueur du tableau MAP et par le nombre de tableaux MAP en suspens.	5-15	ms
4	Le temps de trajet aller retour du système HFC, y compris le temps d'entrelacement aval.	1-5	ms
Total		<b>6-26</b>	<b>ms</b>

Ce nombre variera selon les implémentations de système CMTS, mais un nombre raisonnable d'attributions supplémentaires envisageables auquel on peut s'attendre compte tenu de l'exemple ci-dessus serait comme dans le Tableau B.M-2.

**Tableau B.M-2/J.112 – Nombre d'attributions supplémentaires pour de nouvelles impulsions vocales**

Intervalle UGS	Attributions supplémentaires pour de nouvelles impulsions vocales
10 ms	2
20 ms	1
30 ms	0

Une fois de plus, il convient de noter que le CMTS et le CM ne peuvent associer et n'associent pas des sous-flux individuels à des attributions individuelles. Cela signifie que lorsque les sous-flux en cours sont actifs et qu'un nouveau sous-flux devient actif, ce dernier commencera immédiatement à puiser dans l'ensemble des attributions existantes. Cela diminue potentiellement la latence de départ des nouvelles impulsions vocales mais augmente la latence des autres sous-flux. Lorsque la rafale d'attributions arrive, elle est partagée avec tous les sous-flux et rétablit, voire réduit, la latence originale. Ceci est une composante de la gigue. Plus le nombre de sous-flux actifs est élevé, moins l'impact de l'adjonction d'un nouveau sous-flux est grand.

#### **B.M.2.6 Considérations relatives à l'admission**

Il convient de noter que lors de la configuration de la commande d'admission du CMTS il y a lieu de prendre en compte les facteurs ci-après.

La détection VAD permet au flux amont d'être suralimenté. Par exemple, un flux amont qui peut normalement traiter 24 sessions VoIP pourrait être alimenté jusqu'à concurrence de 36 (50%) voire 48 (100%). Chaque fois qu'il y a suralimentation, il y a possibilité statistique que toutes les sessions VoIP amont deviennent actives, et à ce moment, le CMTS peut être incapable de programmer tout le trafic VoIP. Par ailleurs, les rafales d'attributions aux impulsions vocales seraient étirées. Au niveau de l'implémentation, les CM de détection VAD doivent être "conscients"

de cette possibilité et imposer une limite au nombre de paquets qu'ils permettront de s'accumuler dans la file.

Une saturation occasionnelle du flux amont au cours de la détection VAD peut être éliminée en prévoyant un nombre maximal de sessions VoIP permis inférieur à la capacité maximale du flux amont avec tout le trafic vocal (24 dans l'exemple précédent). La détection aurait pour effet que l'utilisation des canaux baisserait de 100% à 40% pour la voix, permettant aux 60% d'être utilisés pour le trafic de données et de maintenance.

## **Annexe B.N**

### **Compléments de spécification européens**

L'Annexe B.N se rapporte à la deuxième option technologique du § B.1.1. Pour la première option, voir les § B.4, B.6 et B.7.

L'Annexe B.N traite des spécifications de la couche Physique nécessaires pour ce que l'on appelle généralement les modems câble européens EuroDOCSIS. C'est une annexe facultative qui n'intervient en rien sur les modems DOCSIS 1.1 nord-américains.

Les paragraphes ont été numérotés de telle sorte que le suffixe près la lettre B.N corresponde à la partie de la spécification qui a changé. En conséquence certains paragraphes sont vides parce qu'ils ne nécessitent pas de changement par rapport à la spécification de base.

#### **B.N.1 Domaine d'application**

Pas de changement.

#### **B.N.2 Références**

Pas de changement.

#### **B.N.3 Définitions et abréviations**

Pas de changement.

#### **B.N.4 Hypothèses fonctionnelles**

Le présent paragraphe décrit les hypothèses qui doivent être posées en matière de caractéristiques d'installations de télévision par câble aux fins de l'exploitation d'un système de transmission de données par câble. Il ne s'agit pas d'une description des paramètres du système CMTS ou du CM. Le système de transmission de données par câble doit être interopérable dans l'environnement décrit dans le présent paragraphe.

##### **B.N.4.1 Réseau d'accès large bande**

Le réseau d'accès est censé être 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, *hybrid-fibre/coax*). Le terme générique "réseau en câble" est employé pour couvrir tous les cas.

Un réseau en câble utilise une architecture arborescente à support partagé, avec transmission analogique. Les principales caractéristiques fonctionnelles prises en compte dans l'Annexe B.N sont les suivantes:

- transmission dans les deux sens;
- liaison électrique/optique de 160 km au maximum entre le système CMTS et l'abonné le plus éloigné;

- liaison électrique/optique différentielle de 160 km au plus entre le système CMTS et les modems les plus proches et les plus éloignés.

## **B.N.4.2 Hypothèses relatives à l'équipement**

### **B.N.4.2.1 Plan de fréquences**

Vers l'aval, le système en câble est supposé avoir une largeur de bande dont la limite inférieure est généralement située entre 47 et 87,5 MHz et dont la limite supérieure dépend de l'implémentation mais est située généralement entre 300 et 862 MHz. Dans cette largeur de bande, l'on suppose qu'il existe des signaux de télévision analogiques PAL/SECAM en canaux de 7/8 MHz, des signaux radioélectriques en MF ainsi que d'autres signaux numériques à bande étroite et à large bande.

Vers l'amont, on suppose que le système en câble a une largeur de bande ayant sa limite inférieure à 5 MHz et sa limite supérieure dépend de l'implémentation, mais se situe normalement dans la gamme de 25 à 65 MHz.

### **B.N.4.2.2 Compatibilité avec d'autres services**

Le modem câble et le système CMTS DOIVENT coexister avec d'autres services sur le réseau en câble. Plus particulièrement:

- a) ils DOIVENT fonctionner de manière satisfaisante dans la gamme de câble attribuée à l'interfonctionnement CMTS-CM, le reste de la gamme de câble étant occupé par une combinaison quelconque de signaux de télévision et d'autres signaux;
- b) ils ne DOIVENT PAS causer de brouillages préjudiciables à tous autres services attribués au réseau en câble dans un spectre extérieur à celui qui a été attribué au système CMTS.

### **B.N.4.2.3 Influence de la localisation des dérangements sur d'autres usagers**

Etant donné que le système de transmission de données par câble est un système à support partagé, les procédures de localisation des dérangements devraient tenir compte de l'influence défavorable que les dérangements et les procédures de localisation correspondantes peuvent avoir sur de nombreux usagers du service de transmission de données par câble et d'autres services.

Voir au paragraphe B.N.4.2.2 ci-dessus sur l'interprétation de cette influence défavorable.

### **B.N.4.2.4 Dispositifs terminaux du système en câble**

Voir le paragraphe B.1.1, Domaine d'application.

## **B.N.4.3 Hypothèses relatives au canal radioélectrique**

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 pouvoir interfonctionner dans les réseaux en câble ayant les caractéristiques définies dans le présent paragraphe, de façon que la correction d'erreur directe assure un fonctionnement équivalent dans un système en câble possédant comme ne possédant pas les caractéristiques de dégradation de canal décrites ci-dessous.

### **B.N.4.3.1 Transmission aval**

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau en câble dans le sens aval prises comme hypothèse pour la capacité minimale de fonctionnement sont décrites dans le Tableau B.N-1. Ces valeurs impliquent un niveau de porteuse vidéo analogique nominal (puissance en crête) dans un canal d'une largeur de 7/8 MHz. Toutes les conditions sont réunies simultanément.

**Tableau B.N-1 /J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en aval pour des signaux de télévision analogique et des signaux sonores**

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences	La gamme d'exploitation normale d'un système en câble dans le sens aval va de 47 MHz jusqu'à une valeur aussi élevée que 862 MHz. Toutefois, la plage opérationnelle pour la communication de données s'étend de 108 à 862 MHz. L'emploi de fréquences entre 108 et 136 MHz peut être interdit par des règlements nationaux pour des questions de brouillage avec les fréquences de navigation aérienne.
Espacement des canaux RF (largeur de bande de référence)	7/8 MHz; les canaux 8 MHz sont utilisés pour la communication de données
Temps de transit de la tête de réseau à l'abonné le plus éloigné	≤ 0,800 ms (généralement beaucoup moins)
Rapport porteuse sur bruit dans une bande passante de 8 MHz (niveau vidéo analogique)	Pas moins de 44 dB (Note 4)
Rapport porteuse sur brouillage à la puissance totale (signaux discrets et signaux d'entrée large bande)	Pas moins de 52 dB dans la largeur de bande de référence
Distorsion composite par battement du troisième ordre pour porteuses modulées analogiques	Pas plus de -57 dBc dans la largeur de bande de référence (Note 6 a)
Distorsion composite du deuxième ordre pour porteuses modulées analogiques	Pas plus de -57 dBc dans la largeur de bande de référence (Note 6 b)
Niveau de transmodulation	A l'étude
Ondulation d'amplitude	2,5 dB dans bande de 8 MHz
Ondulation du temps de propagation de groupe dans le spectre occupé par le système CMTS	100 ns dans la gamme 0,5-4,43 MHz
Microréflexions associées à l'écho dominant	-10 dBc @ ≤ 0,5 μs, -15 dBc @ ≤ 1,0 μs -20 dBc @ ≤ 1,5 μs, -30 dBc @ > 1,5 μs
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	≤ -46 dBc (0,5%)
Rafales de bruit	≤ 25 μs à la fréquence moyenne de 10 Hz
Variations saisonnières et diurnes du niveau du signal	8 dB
Pente du niveau du signal, 85 à 862 MHz	12 dB
Niveau maximal de porteuse vidéo analogique à la sortie du système, y compris les variations de niveau de signal mentionnées ci-dessus	77 dBμV (Note 6 c)
Niveau minimal de porteuse vidéo analogique à la sortie du système, y compris les variations de niveau de signal mentionnées ci-dessus	60 dBμV (Note 6 d)

**Tableau B.N-1 /J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en aval pour des signaux de télévision analogique et des signaux sonores**

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 ci-dessus, les dégradations de la bande de fréquences de fonctionnement aval normale, avec le même niveau que la porteuse PAL/SECAM ayant la fréquence la plus élevée.
NOTE 3 – Pour les mesures de ronflement ci-dessus dans la bande de fréquences de fonctionnement aval normale, une porteuse à onde entretenue est envoyée à la fréquence d'essai avec le même niveau que la porteuse PAL/SECAM ayant la fréquence la plus élevée.
NOTE 4 – Partant de l'hypothèse que la porteuse numérique est utilisée au niveau de porteuse crête analogique. Lorsque la porteuse numérique est utilisée au-dessous du niveau de porteuse crête analogique, ce rapport C/N peut être inférieur.
NOTE 5 – Les méthodes de mesure sont définies dans [CENELEC 50083-7].
NOTE 6 – Pour les systèmes SECAM les valeurs suivantes s'appliquent:
a) Pas plus de $-52$ dBc dans la largeur de bande nominale;
b) Pas plus de $-52$ dBc dans la largeur de bande nominale;
c) $74$ dB $\mu$ V;
d) $57$ dB $\mu$ V.

#### **B.N.4.3.2 Transmission vers l'amont**

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

**Tableau B.N-2/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en amont**

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences	5 MHz à 65 MHz de bord à bord
Temps de transit du CM le plus éloigné au CM ou CMTS le plus proche	$\leq 0,800$ ms (normalement beaucoup moins)
Rapport porteuse sur bruit dans le canal actif	$\geq 22$ dB
Rapport porteuse sur brouillage plus entrée (somme des signaux d'entrée discrets et à large bande) dans le canal actif	$\geq 22$ dB (Note 2)
Rapport porteuse sur brouillage (somme de bruit + distorsion + distorsion de trajet commun + transmodulation) dans le canal actif	$\geq 22$ dB
Modulation de l'onde porteuse due au ronflement	$\leq -23$ dBc (7,0%)
Rafales de bruit	$\leq 10$ $\mu$ s à une fréquence moyenne de 1 kHz dans la plupart des cas (Notes 3 et 4)
Ondulation d'amplitude	5 à 65 MHz: 2,5 dB/2 MHz
Ondulation de temps de propagation de groupe	5 à 65 MHz: 300 ns/2 MHz

**Tableau B.N-2/J.112 – Hypothèses relatives aux caractéristiques de transmission des canaux RF en amont**

Paramètre	Valeur
Microréflexions – écho simple	-10 dBc @ $\leq 0,5 \mu s$ -20 dBc @ $\leq 1,0 \mu s$ -30 dBc @ $> 1,0 \mu s$
Variations saisonnières et diurnes du niveau de signal	$\leq 12$ dB entre minimum et maximum
NOTE 1 – La transmission se fait de la sortie du modem CM dans les locaux d'abonné à la tête de réseau. NOTE 2 – Des techniques de tolérance ou d'évitement d'entrée PEUVENT être utilisées afin d'assurer le fonctionnement en présence de signaux d'entrée discrets variant en fonction du temps et pouvant atteindre un niveau aussi élevé que 10 dBc. NOTE 3 – Ces caractéristiques d'amplitude et de fréquence sont suffisantes pour masquer partiellement ou entièrement la porteuse de données. NOTE 4 – Les niveaux de bruit impulsionnel prédominent aux faibles fréquences ( $< 15$ MHz).	

#### **B.N.4.3.2.1 Disponibilité**

Un réseau en câble offre une disponibilité nettement supérieure à 99%.

#### **B.N.4.4 Niveaux de transmission**

Le niveau recherché de puissance nominale du signal ou des signaux 64 QAM du système CMTS en aval dans un canal de 8 MHz s'inscrit dans une gamme allant de -13 dBc à 0 dBc par rapport au niveau de porteuse vidéo analogique et ne dépasse normalement pas le niveau de porteuse vidéo analogique généralement entre -10 et -6 dBc en 64 QAM, entre -6 et -4 dBc en 256 QAM). Le niveau de puissance nominale du signal ou des signaux CM en amont est aussi bas que possible afin d'assurer la marge prescrite au-dessus du bruit et des brouillages. Une montée en puissance uniforme par unité de largeur de bande est communément appliquée par réglage des niveaux de signaux en amont, avec des niveaux spécifiques établis par l'opérateur de réseau en câble afin d'obtenir les rapports porteuse sur bruit et porteuse sur brouillage prescrits.

#### **B.N.4.5 Inversion de fréquences**

Il n'y a aucune inversion de fréquences dans le trajet de transmission, ni en aval ni en amont, c'est-à-dire qu'une modification positive de la fréquence à l'entrée du réseau en câble a pour résultat une modification positive de la fréquence à la sortie.

#### **B.N.5 Protocoles de communication**

Pas de changement.

#### **B.N.6 Spécification de sous-couche déterminée par le support physique**

##### **B.N.6.1 Domaine d'application**

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

## **B.N.6.2 Sens amont**

### **B.N.6.2.1 Aperçu général**

La sous-couche déterminée par le support physique (PMD, *physical media dependent*) amont utilise un format de modulation de paquet AMRF/AMRT qui peut assurer cinq rapidités de modulation et deux formats de modulation (QPSK et 16 QAM). 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 de longueur variable qui débute de manière précise dans le temps à des frontières espacées de multiples entiers de 6,25  $\mu$ s (ce qui correspond à 16 symboles au débit le plus élevé).

Chaque rafale accepte une modulation flexible, un débit, un préambule, un brassage aléatoire de la charge utile et un codage de correction d'erreur directe programmable.

Tous les paramètres de transmission amont associés aux sorties de transmission par rafale du CM peuvent être configurés par le CMTS au moyen de messages 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 égale à zéro. La synchronisation système des émissions en AMRT des différents CM DOIT faire en sorte que le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole du préambule de la rafale suivante soient 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 performance de synchronisation de CM est spécifiée aux § B.N.6.2.7, B.N.6.2.8 et B.N.6.3.7. L'erreur de synchronisation maximale et l'intervalle de garde peuvent varier entre CMTS de fournisseurs différents. Le terme "durée de garde" est similaire à "intervalle de garde", à la seule différence qu'il est mesuré de la fin du dernier symbole d'une rafale au début du premier symbole du préambule d'une rafale suivant immédiatement. Et donc, la durée de garde est égale à l'intervalle de garde – 1.

Le modulateur amont fait partie du modem câble qui assure l'interface avec le réseau en câble. Le modulateur contient la fonction réelle de modulation du 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 le mappage 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 – La conception de l'unité devrait tenir compte de la nature de canaux multiples de la démodulation et du traitement du signal qui doivent être réalisés dans la tête de réseau. Les fonctionnalités de partition/partage devraient aussi être appropriées à une application multicanal d'un niveau optimal. La



conception d'un démodulateur pouvant prendre en charge des canaux multiples dans une unité de démodulateur peut être appropriée.

La fonction de démodulation du démodulateur accepte des signaux de niveau variable centrés sur 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 une extrémité 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 entrées 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. Cela comprend l'acceptation du flux de données en rafale, le décodage, etc., et éventuellement le multiplexage des données de canaux multiples en un seul flux de sortie. La fonction de traitement du signal fournit également la référence de synchronisation d'extrémité et le signal de portillonnage envoyé aux démodulateurs afin d'activer l'acquisition de rafale pendant 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 codet et le nombre de symboles de Reed-Solomon corrigés dans chaque codet. Pour chaque rafale amont, le CMTS a connaissance préalable de la longueur exacte de cette rafale en symboles unitaires (voir aux § B.N.6.2.6, B.N.6.2.10.1 et B.A.2).

### **B.N.6.2.2 Formats de modulation**

Le modulateur amont DOIT fournir les formats de modulation QPSK et 16 QAM.

Le démodulateur amont DOIT prendre en charge le format QPSK, le format 16 QAM, ou les deux.

#### **B.N.6.2.2.1 Débits de modulation**

Le modulateur amont DOIT assurer la modulation QPSK à 160, 320, 640, 1280 et 2560 kBd, et la modulation 16 QAM à 160, 320, 640, 1280 et 2560 kBd.

Cette variété de débits de modulation et la flexibilité de réglage des fréquences porteuses amont permettent aux opérateurs de positionner les porteuses dans des interstices du motif d'entrée à bande étroite.

La rapidité de modulation dans le sens amont DOIT être fixe pour chaque fréquence amont.

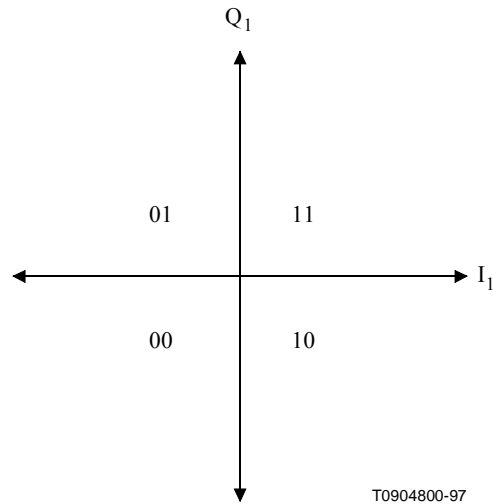
#### **B.N.6.2.2.2 Mappage des symboles**

Le mode de modulation (QPSK ou 16 QAM) 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.N-3. Dans le tableau,  $I_1$  est le bit de plus fort poids de mappage du symbole,  $Q_1$  est le bit de plus faible poids en QPSK et  $Q_0$  est le bit de plus faible poids en 16 QAM.  $Q_1$  et  $I_0$  ont des positions binaires intermédiaires en 16 QAM. Le bit de plus fort poids DOIT être le premier bit des données en série à entrer dans le mappeur de symbole.

**Tableau B.N-3/J.112 – Mappage I/Q**

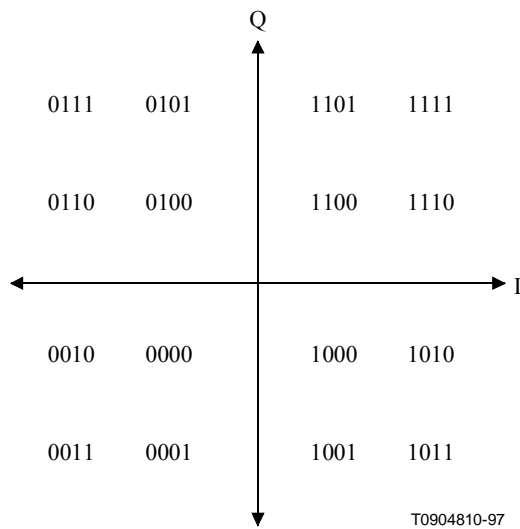
<b>Mode QAM</b>	<b>Définition de bit d'entrée</b>
QPSK	$I_1 Q_1$
16 QAM	$I_1 Q_1 I_0 Q_0$

Le mappage des symboles QPSK amont DOIT être conforme aux prescriptions de la Figure B.N-1.



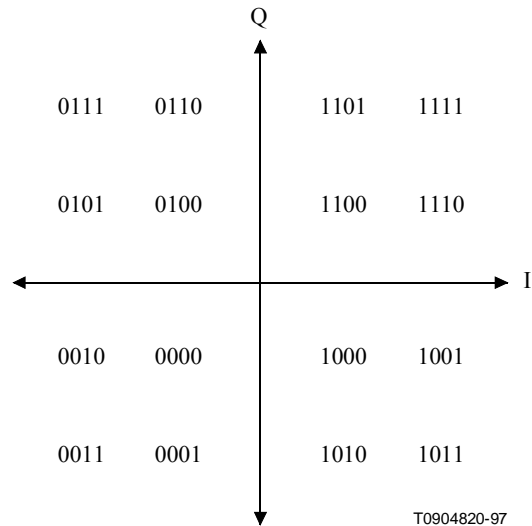
**Figure B.N-1/J.112 – Mappage des symboles en QPSK**

Le mappage non inversé des symboles en 16 QAM (à codage de Gray) DOIT être tel que représenté à la Figure B.N-2.



**Figure B.N-2/J.112 – Mappage des symboles en 16 QAM à codage de Gray**

Le mappage différentiel des symboles en 16 QAM DOIT être comme indiqué à la Figure B.N-3.



**Figure B.N-3/J.112 – Mappage des symboles en 16 QAM à codage différentiel**

Si le codage différentiel de quadrant est validé, le quadrant de symboles en cours de transmission est dérivé du quadrant de symboles transmis précédemment et des bits en cours d'entrée, conformément au Tableau B.N-4.

**Tableau B.N-4/J.112 – Calcul du quadrant de symboles en cours de transmission**

Bit en cours d'entrée I(1) Q(1)	Déphasage 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.N.6.2.2.3 Mise en forme du spectre

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge une mise en forme en racine de cosinus surélevé de Nyquist à 25%. Le spectre occupé ne DOIT PAS dépasser les largeurs de canal indiquées dans le Tableau B.N-5.

**Tableau B.N-5/J.112 – Largeur maximale de canal**

Rapidité de modulation (kBd)	Largeur de canal (kHz) (voir Note)
160	200
320	400
640	800
1280	1600
2560	3200

NOTE – La largeur de canal est de –30 dB.

### B.N.6.2.2.4 Agilité et gamme de fréquence amont

La sous-couche PMD amont DOIT assurer l'exploitation sur la gamme des fréquences allant de 5 MHz à 65 MHz d'extrémité à extrémité.

La résolution de fréquence décalée DOIT être prise en charge dans une gamme de 32 kHz (incrément = 1 Hz; implémenté dans une bande de 10 Hz).

### B.N.6.2.2.5 Format du spectre

Le modulateur amont DOIT assurer l'exploitation avec le format  $s(t) = I(t) \times \cos(\omega t) - Q(t) \times \sin(\omega t)$  où  $t$  désigne le temps et  $\omega$  la fréquence angulaire.

### B.N.6.2.3 Codage de FEC

#### B.N.6.2.3.1 Modes de codage de FEC

Le modulateur amont DOIT pouvoir assurer les sélections suivantes: codes de Reed-Solomon à corps GF(256) avec  $T = 1$  à 10 ou aucun codage de 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  $\alpha$  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 amont DOIT fournir des codets 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 longueur des mots non codés doit être de 1 octet au minimum.

En mode de codage raccourci du dernier mot, le CM DOIT fournir le dernier codet d'une rafale raccourcie de k octets de données par codet par rapport à la longueur attribuée, comme indiqué au § B.N.6.2.11.1.2.

La valeur de T DOIT être configurée en réponse au descripteur de canal amont du CMTS.

### B.N.6.2.3.2 Séquencement des bits dans les symboles de 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 sur le premier bit du flux de bits en série injecté dans le brouilleur.

On notera que la convention de conversion d'octets en bits série du flux de commande MAC amont implique que le bit LSB de chaque octet soit mappé sur le premier bit du flux de bits en série, conformément au § B.8.2.1.3.

### B.N.6.2.4 Brouilleur (brasseur aléatoire)

Le modulateur amont DOIT implémenter un brouilleur (illustré à la Figure B.N-4) où la valeur de germe (*d'initialisation*) de 15 bits DOIT être programmable de manière arbitraire.

Au début de chaque rafale, le registre est libéré et la valeur de germe est chargée. La valeur de germe DOIT être utilisée pour calculer le bit brouilleur qui est combiné dans un opérateur XOR avec le premier bit de données de chaque rafale (le bit de plus fort poids du premier symbole suivant le dernier symbole du préambule).

La valeur de germe du brouilleur DOIT être configurée en réponse au descripteur de canal amont du CMTS.

Le polynôme DOIT être:  $x^{15} + x^{14} + 1$ .

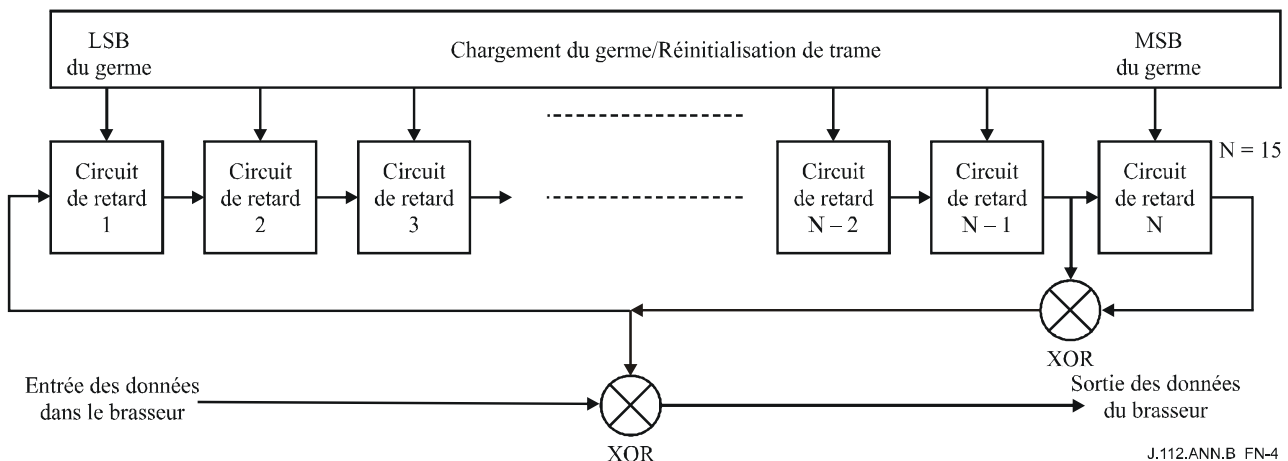


Figure B.N-4/J.112 – Structure du brouilleur

### B.N.6.2.5 Ajout du préambule

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge un champ de 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.

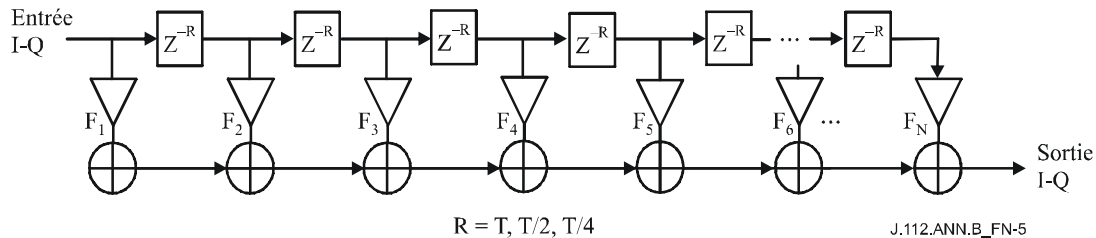
Le premier bit du motif de préambule est le premier bit entrant dans le mappeur de symboles (voir à la Figure B.N-9) et c'est  $I_1$  dans le premier symbole de la rafale (voir au § B.N.6.2.4). Le premier bit du motif de préambule est indiqué par le décalage de valeur de préambule comme décrit au Tableau B.8-19, § B.8.3.3.

La valeur du préambule qui est ajoutée en préfixe DOIT être programmable et sa longueur DOIT être de 0, 2, 4, ... , ou 1024 bits pour la modulation QPSK et 0, 4, 8, ... , ou 1024 bits pour la modulation 16 QAM. Ainsi, la longueur maximale du préambule est de 512 symboles QPSK ou de 256 symboles en QAM.

La longueur et la valeur du préambule DOIVENT être configurées en réponse au message de descripteur de canal amont transmis par le CMTS.

### B.N.6.2.6 Préégaliseur d'émission

Un préégaliseur d'émission, possédant une structure d'égaliseur linéaire comme représenté sur la Figure B.N-5, DOIT être configuré par le CM en réponse au message de réponse de télémétrie (RNG-RSP, *ranging-response*) émis par le CMTS. Le préégaliseur DOIT prendre en charge une structure d'égaliseur à 8 pôles espacés d'un symbole (T). Ce préégaliseur PEUT avoir 1 à 4 échantillons par symbole, avec une longueur de coefficient polaire supérieure à 8 symboles.



**Figure B.N-5/J.112 – Structure du préégaliseur d'émission**

Le message RNG-RSP de commande MAC (voir au § B.8.3.6.1) utilise 16 bits par coefficient en notation fractionnaire de complément à deux "s1.14" (bit de signe, bit d'entier, virgule binaire et 14 bits fractionnaires) afin de définir les informations d'égalisation du CM en émission. Celui-ci DOIT convoluer les coefficients émis par le système CMTS avec les coefficients existants afin d'obtenir les nouveaux coefficients.

En réponse à une demande initiale de télémétrie et à des demandes périodiques de télémétrie avant l'inscription du CM, le système CMTS DOIT, lorsqu'il envoie les coefficients du préégaliseur, calculer et acheminer ceux-ci avec une longueur d'égaliseur à 8 pôles à format d'espacement d'un symbole. Après inscription, le système CMTS PEUT utiliser un format d'égaliseur à espacement fractionnaire (T/2 ou T/4) et une longueur de coefficient polaire plus grande afin de correspondre aux capacités de préégalisation du CM que le système CMTS a acquises à partir du champ de capacités de modem contenu dans le message REG-REQ. Voir au § B.8.3.8.1.1 le mode d'emploi correct du champ de capacités du modem.

Avant d'effectuer une demande initiale de télémétrie et à chaque changement de fréquence ou de rapidité de modulation du canal amont, le CM DOIT initialiser les coefficients du préégaliseur à une valeur par défaut où tous les coefficients sont égaux à zéro sauf le coefficient réel du premier pôle (c'est-à-dire  $F_1$ ). Au cours de la télémétrie initiale, c'est le CM et non le CMTS qui DOIT compenser le retard (décalage de télémétrie) dû au transfert du premier pôle au nouvel emplacement du pôle principal des coefficients d'égalisation envoyés par le CMTS. Les coefficients du préégaliseur sont ensuite mis à jour par le processus de télémétrie subséquent (maintenance périodique de la station). Le système CMTS NE DOIT PAS déplacer l'emplacement du pôle principal au cours de la maintenance périodique de station. Les coefficients d'égaliseur peuvent être inclus dans chaque message RNG-RSP mais ils n'apparaissent normalement que lorsque le CMTS détermine un changement notable de réponse dans le canal. La fréquence de mise à jour des coefficients d'égaliseur dans le message RNG-RSP est déterminée par le système CMTS.

Le CM DOIT normaliser les coefficients de préégalisation afin de garantir un fonctionnement correct (par exemple en évitant leur débordement ou leur mutilation). Le CM DOIT également compenser la variation de puissance d'émission due au gain (ou à l'affaiblissement) des nouveaux coefficients. Si la structure d'égalisation du CM implémente le nombre de coefficients qui est assigné dans le message RNG-RSP, le CM NE DOIT PAS modifier l'emplacement du pôle principal dans le message RNG-RSP. Si la structure d'égalisation du CM implémente un nombre de

coefficients différent de celui qui est défini dans le message RNG-RSP, le CM PEUT déplacer l'emplacement de la valeur du pôle principal. Ce faisant, le CM DOIT de nouveau ajuster son décalage de télémétrie de façon à compenser le déplacement du pôle principal, sans préjuger d'autres réglages dans le message RNG-RSP.

#### **B.N.6.2.7 Profils de rafales**

Les caractéristiques de transmission sont séparées en trois parties:

- a) les paramètres de canal;
- b) les attributs de profil de rafale;
- c) les paramètres uniques d'utilisateur.

Les paramètres de canal comprennent:

- i) la rapidité de modulation (cinq débits, allant de 160 k Bd à 2,56 MBd par échelons d'octave);
- ii) la fréquence centrale (Hz);
- iii) la super chaîne de préambule sur 1024 bits.

Les paramètres de canal sont décrits plus en détail au § B.8.3.3, Tableau B.8-18. Ces caractéristiques sont partagées par tous les utilisateurs d'un canal donné. Les attributs de profil de rafale sont énumérés dans le Tableau B.N-6, et sont décrits plus en détail au § B.8.3.3, Tableau B.8-19; 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.N-7.

**Tableau B.N-6/J.112 – Attributs de profil de rafale**

<b>Attributs de profil de rafale</b>	<b>Réglages de configuration</b>
Modulation	QPSK, 16 QAM
Codage différentiel	Activé/désactivé
Longueur de préambule	0-1024 bits (voir au § B.N.6.2.5)
Décalage de valeur du préambule	0 à 1022
Correction d'erreur directe (FEC) (T)	0 à 10 (0 implique que la FEC est désactivée)
Octets d'informations de codet FEC (k)	Fixe: 16 à 253 (si la FEC est active) Raccourci: 16 à 253 (si la FEC est active)
Valeur de germe du brouilleur	15 bits

**Tableau B.N-6/J.112 – Attributs de profil de rafale**

Attributs de profil de rafale	Réglages de configuration
Longueur maximale de rafale (mini-intervalles) (Note)	0 à 255
Intervalle de garde	4 à 255 symboles
Longueur du dernier codet	Fixe, raccourci
Brouilleur 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 dans ce canal pour ce type de rafale. Tant qu'elle n'est pas fixée, la longueur de rafale est fournie explicitement par le CMTS au CM dans l'affectation.	

**Tableau B.N-7/J.112 – Paramètres de rafale unique d'utilisateur**

Paramètre unique	Réglages de configuration
Niveau de puissance (Note)	+8 dBmV à +55 dBmV (16 QAM) +8 dBmV à +58 dBmV (QPSK), par pas de 1 dB
Fréquence décalée (Note)	Gamme = $\pm 32$ kHz; incrément = 1 Hz; mis en œuvre à $\pm 10$ Hz près
Décalage de télémétrie	0 à $(2^{16} - 1)$ , incréments de 6,25 $\mu$ s/64
Longueur de rafale (mini-intervalles) si variable dans ce canal (varie de rafale en rafale)	1 à 255 mini-intervalles
Coefficients d'égaliseur en émission (voir la Note) (uniquement sur modems évolués)	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 tableaux MAP du système CMTS (voir au § B.8.3.4).

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 canal amont (UCD) (voir au § B.8.3.3) puis attribués pour transmission dans un tableau MAP (voir au § B.8.3.4).

Le CM DOIT implémenter la fréquence décalée dans les  $\pm 10$  Hz.

Le décalage de télémétrie est la correction de retard appliquée par le CM au temps de trame amont au CMTS calculé au niveau du CM, pour synchroniser les émissions amont en mode AMRT. Le décalage de télémétrie est un acheminement correspondant à peu près au temps de propagation aller-retour entre le CM et le CMTS. Le CMTS DOIT fournir en retour au CM la correction de ce décalage, sur la base de la réception correcte d'une ou de plusieurs rafales (c'est-à-dire des résultats satisfaisants pour chacune des techniques employées: correction d'erreur et/ou CRC), avec une précision de 1/2 symbole et une résolution au 1/64 de l'incrément du marqueur temporel de trame ( $6,25 \mu\text{s}/64 = 0,09765625 \mu\text{s} = 1/4$  de la durée du symbole ayant 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 retard 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 (à la rapidité adoptée pour la rafale) avec une précision (pour les éléments autres qu'un biais fixe) égale à  $\pm 0,25 \mu\text{s} \pm 1/2$  symbole afin de tenir compte de la résolution. Cette précision sur le rythme de rafale de CM se rapporte aux limites du mini-intervalle et peut être calculée au niveau du CM par un traitement théorique 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 les changements de la rapidité de modulation, de la fréquence décalée et du 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 devrait compenser 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, la fréquence décalée, la fréquence de canal 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, la fréquence décalée, la fréquence de canal 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 de l'égaliseur d'émission (s'il est présent dans le CM). (Cette prescription doit être vérifiée sans filtrage par l'égaliseur d'émission et avec seulement le temps de transmission dans ce cas. Noter que si le CMTS possède une rétroaction décisionnelle dans son égaliseur, 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 de l'intervalle de garde de 96 symboles. Le CMTS doit veiller à ce que cela ne se produise pas en attribuant un intervalle de garde supplémentaire entre rafales, au moins égal à la grandeur du décalage télémétrique négatif.

Lorsqu'il effectue une modification de rapidité de modulation, le modem câble DOIT utiliser les décalages de synchronisation suivants afin de fournir l'interopérabilité amont entre les équipements selon DOCSIS 1.0 et 1.1. Les décalages du tableau correspondent à la contribution des récepteurs amont ordinaires DOCSIS 1.0 et 1.1 aux changements de latence lors des modifications de rapidité de modulation. Le décalage de synchronisation est la différence entre les entrées du tableau qui correspondent à la nouvelle rapidité de modulation et les entrées qui correspondent à la rapidité de modulation d'origine. Les décalages se réfèrent au centre du premier symbole de la rafale, qui est le point de référence pour le rythme de rafale, comme indiqué au § B.6.2.8. La spécification de ces décalages est nécessaire pour que les modems câble appliquent des réglages uniformes à leurs décalages de télémétrie et pour que les CMTS puissent traiter de façon appropriée les CM qui appliquent ces décalages lorsqu'ils font des modifications de rapidité de modulation.

<b>Rapidité de modulation</b>	<b>Décalage de synchronisation (en unités de 1/64 de tops par rapport à 2,56 MBd/s)</b>
2,56 MBd	0 (référence)
1,28 MBd	24
0,64 MBd	72
0,32 MBd	168
0,16 MBd	360

Par exemple, supposons un CM sur un canal amont fonctionnant à 1,28 MBd/s. Supposons maintenant que le message UCD provenant du CMTS change la rapidité de modulation du canal à 0,32 MBd. Le CM applique un décalage de synchronisation additionnel de  $168 - 24 = 144$  à son décalage de télémétrie pour compenser ce changement de rapidité de modulation. La valeur de 144 est positive, et donc, le CM va l'ajouter à son décalage de télémétrie de sorte qu'il émet effectivement plus tôt de 144 unités de 1/64 top.

De plus, si, en changeant de rapidité de modulation, un modem câble a sa propre contribution au changement de latence, le CM DOIT aussi compenser cette différence de latence spécifique du CM. Ceci s'ajoute au décalage appliqué à partir des valeurs du tableau ci-dessus, qui résultent des contributions des récepteurs amont de CMTS ordinaires aux changements de latence. Les exigences de précision du rythme de rafale de modem câble qui figurent plus haut dans ce paragraphe, qui se rapportent à la rapidité de modulation la plus basse entre la rapidité de modulation d'origine et la nouvelle rapidité de modulation, s'appliquent après le changement de rapidité de modulation avec les décalages de synchronisation requis considérés plus haut.

Un CMTS qui n'applique pas les mêmes décalages de délai physique interne qu'une implémentation ordinaire de récepteur CMTS amont DOCSIS est capable de recevoir une rafale de CM après un changement de rapidité de modulation dans n'importe lequel des modes suivants, mais n'est pas limité nécessairement à ces seuls modes:

- a) Le CMTS peut implémenter le décalage de délai physique interne, comme spécifié dans le tableau ci-dessus.
- b) Le CMTS peut implémenter une compensation de synchronisation interne fondée sur le décalage prévu dans le tableau ci-dessus.
- c) Le CMTS peut augmenter la durée de garde.
- d) Le CMTS peut envoyer une réponse RNG non sollicitée à chaque CM pour ajuster le décalage de délai. Comme exposé au § B.8.3.6, le CM est supposé capable de régler son décalage de synchronisation à tout moment avec la précision spécifiée dans le présent paragraphe.

Si la fréquence des canaux doit être modifiée, le CM DOIT être capable d'implémenter 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 établie dans une gamme conforme aux prescriptions de bruit de phase et de précision fournies au § B.N.6.2.10.5 et au § B.N.6.2.10.6 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  $\mu$ 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  $\mu$ 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:

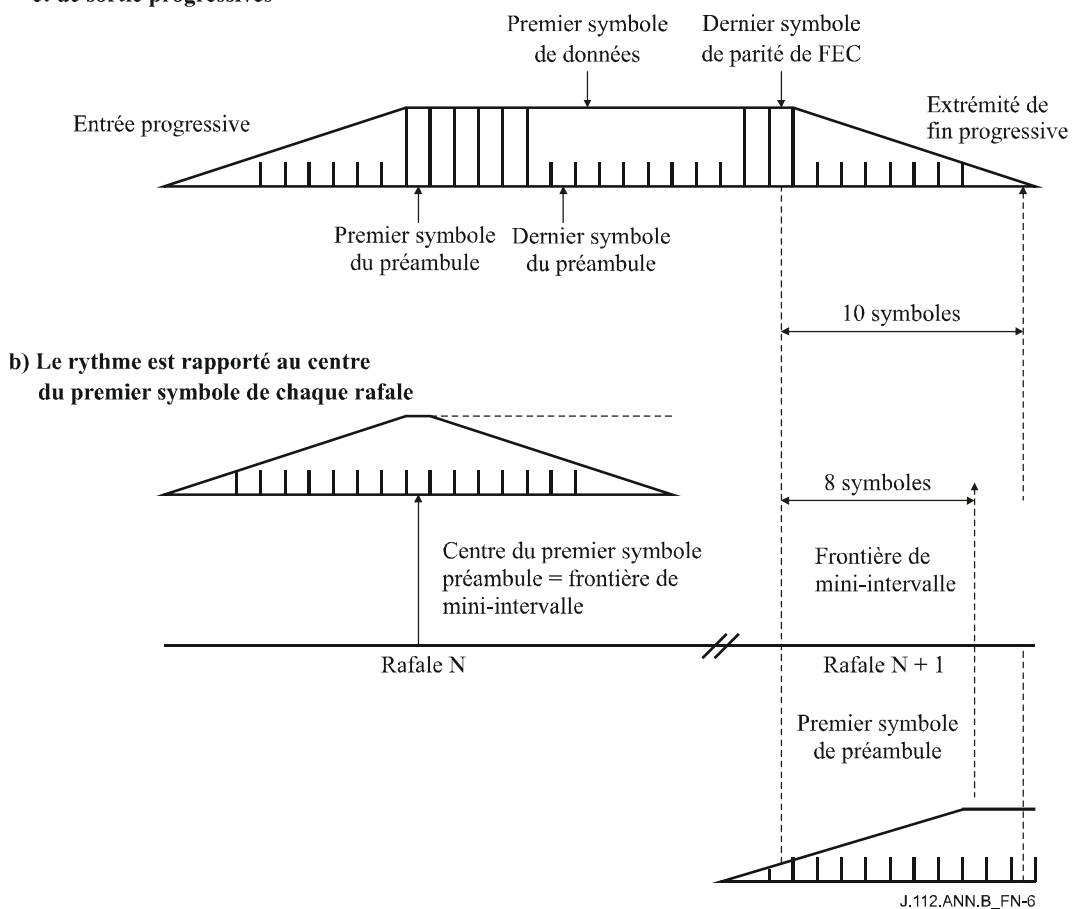
- a) dans les 5  $\mu$ s à partir du début d'une modification de 1 dB ou moins;
- b) dans un délai de 10  $\mu$ s à partir du début d'une modification supérieure à 1 dB.

La puissance de sortie en émission 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 16 QAM).

### B.N.6.2.8 Convention de rythme de rafales

La Figure B.N-6 décrit le rythme nominal des rafales.

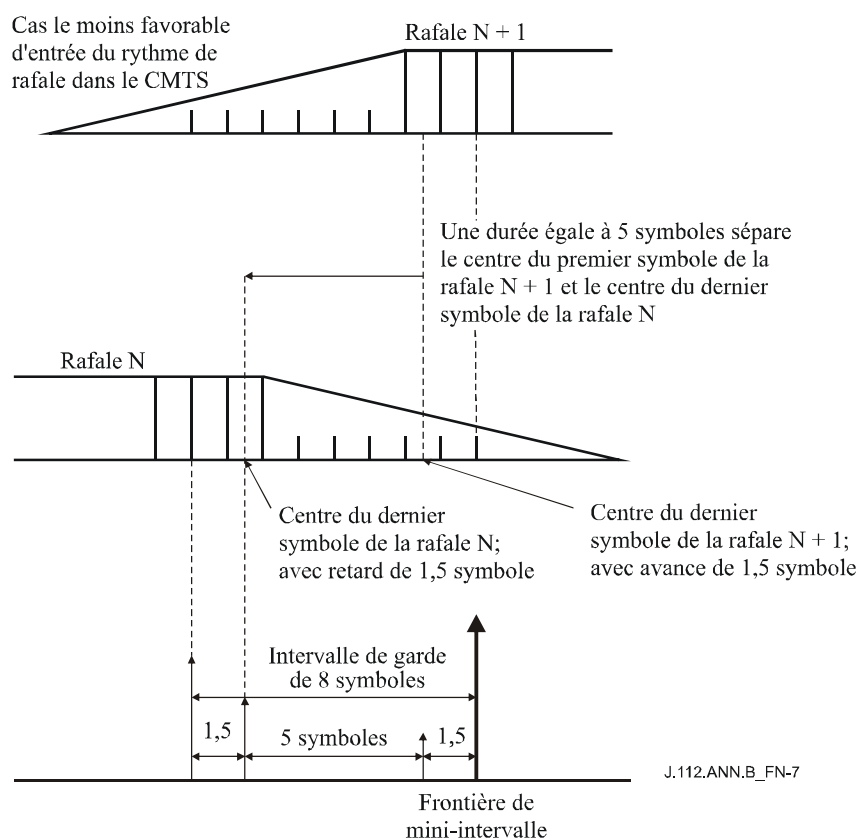
- a) Profil nominal de rafale (aucune erreur de rythme); bande de garde de 8 symboles; 10 symboles d'entrée et de sortie progressives



NOTE – L'entrée progressive d'une rafale peut chevaucher l'entrée progressive de la rafale suivante même si le même émetteur est attribué aux deux rafales.

**Figure B.N-6/J.112 – Rythme nominal des rafales**

La Figure B.N-7 indique le rythme des rafales dans le cas le moins favorable. Dans le présent exemple, la rafale N arrive 1,5 symbole en retard et la rafale N + 1 arrive 1,5 symbole en avance mais la séparation de 5 symboles est maintenue; l'intervalle de garde de 8 symboles est représenté.



**Figure B.N-7/J.112 – Rythme des rafales dans le cas le moins favorable**

A une rapidité de modulation de  $R_s$ , le débit en ligne est d'un symbole par durée  $T_s = 1/R_s$  en secondes. Les extrémités de début et de fin sont les zones d'empiètement d'un symbole dans le domaine temporel au-delà de la durée  $T_s$  à cause du 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  $N \times T_s$ , où  $N$  est le nombre de symboles que contient la rafale.

### **B.N.6.2.9 Puissance d'émission exigée**

La sous-couche PMD amont DOIT prendre en charge différentes valeurs de puissance d'émission. Les prescriptions portent sur:

- 1) l'étendue de puissance d'émission commandée;
- 2) l'échelon 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.11.2.4. De tels ajustements DOIVENT s'inscrire dans les gammes de tolérances décrites ci-dessous.

#### **B.N.6.2.9.1 Agilité et étendue de puissance de sortie**

La puissance de sortie en émission dans la largeur de bande nominale DOIT être variable dans une gamme allant de +8 dBmV à 55 dBmV (16 QAM) ou 58 dBmV (QPSK), par pas de 1 dB.

La précision absolue de la puissance émise DOIT être de  $\pm 2$  dB, et la précision des échelons 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 à la suite d'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 au plus proche échelon pris en charge. Si l'échelon commandé est à mi-chemin entre deux échelons pris en charge, le CM DOIT choisir le plus petit. Par exemple, avec une résolution d'échelon pris en charge de 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  $\pm 1$  dB.

### B.N.6.2.10 Exigences de fidélité

#### B.N.6.2.10.1 Rayonnements non essentiels

La puissance du bruit et des composantes non essentielles ne DOIT PAS dépasser les niveaux indiqués dans les Tableaux B.N-8, B.N-9 et B.N-10.

Dans le Tableau B.N-8, la puissance parasite dans la bande inclut le bruit, le résidu de porteuse, les raies du 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, *inter symbol interference*). 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 mesure pour les 3 (ou moins de 3) bandes de fréquences associées aux porteuses (au-dessous de 65 MHz) est de 160 kHz avec un maximum de 3 bandes de 160 kHz, chacune à  $-47$  dBc au plus et pouvant être exclues des bandes "de 5 MHz à 65 MHz" spécifiées dans le Tableau B.N-10.

La largeur de bande de mesure est également de 160 kHz pour les valeurs entre rafales du Tableau B.N-8 au-dessous de 65 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.N-8/J.112 – Rayonnements non essentiels**

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 $5 \text{ dB}\mu\text{V}$ , selon la valeur la plus élevée
Dans la bande adjacente	Voir Tableau B.N-9	$-72$ dBc ou $5 \text{ dB}\mu\text{V}$ , selon la valeur la plus élevée
Dans les 3 (ou moins de 3) bandes associées aux porteuses (telles que l'harmonique du 2 <sup>e</sup> ordre s'il est inférieur à 65 MHz)	$-47$ dBc	$-72$ dBc ou $5 \text{ dB}\mu\text{V}$ , selon la valeur la plus élevée

**Tableau B.N-8/J.112 – Rayonnements non essentiels**

Paramètre	Rafale d'émission	Niveau entre rafales
Dans les bandes de 5 à 65 MHz (à l'exclusion du canal attribué, des canaux adjacents et des voies associées aux porteuses)	Voir Tableau B.N-10	-72 dBc ou 5 dB $\mu$ V, selon la valeur la plus élevée
Limites intégrées pour le CM (dans une bande de 250 kHz, y compris les résidus discrets) 87,5 à 108 MHz	30 dB $\mu$ V	5 dB $\mu$ V
Limites intégrées pour le CM (dans une bande de 4,75 MHz, y compris les résidus discrets) (Note 1) 65 à 87,5 MHz 108 à 136 MHz (Note 3) 136 à 862 MHz	max (-40 dBc, 34 dB $\mu$ V) 20 dB $\mu$ V 15 dB $\mu$ V	34 dB $\mu$ V 15 dB $\mu$ V max (15 dB $\mu$ V, -40 dBc) (Note 2)
Limites discrètes pour le CM (Note 1) 65 à 87,5 MHz 108 à 862 MHz	max (-50 dBc, 24 dB $\mu$ V) 10 dB $\mu$ V	24 dB $\mu$ V 10 dB $\mu$ V
<p>NOTE 1 – Ces limites spécifiées excluent un unique résidu discret associé au canal reçu en direct; cet unique résidu discret ne doit pas être supérieur à 20 dB<math>\mu</math>V.</p> <p>NOTE 2 – "dBc" se rapporte au niveau reçu du signal aval. Certaines puissances de sortie parasites sont proportionnelles au niveau du signal reçu.</p> <p>NOTE 3 – Les fréquences de 108 à 136 MHz peuvent être interdites pour des raisons de réglementation nationale.</p> <p>NOTE 4 – Ces limites de spécification excluent au maximum trois résidus discrets. De tels résidus ne doivent pas être supérieurs à 20 dB<math>\mu</math>V.</p>		

**B.N.6.2.10.1.1 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.N-9 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. La mesure est effectuée 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.N-9/J.112 – Rayonnements non essentiels dans un canal adjacent**

<b>Rapidité de modulation de la porteuse émise</b>	<b>Spécification dans l'intervalle</b>	<b>Intervalle de mesure et distance par rapport à la limite de porteuse</b>	<b>Rapidité de modulation de la porteuse contenue dans un canal adjacent</b>
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.N.6.2.10.1.2 Rayonnements non essentiels dans la bande de 5 à 65 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.N-10 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 mesure initial à utiliser pour commencer à mesurer les rayonnements non essentiels. Les mesures devront commencer à la distance initiale et être répétées à une distance croissante de la porteuse jusqu'à atteindre la limite de la bande amont, 5 MHz ou 65 MHz. Les intervalles de mesure ne devront pas comporter de fréquences d'émission associées à la porteuse.

**Tableau B.N-10/J.112 – Rayonnements non essentiels dans une bande de 5 à 65 MHz**

<b>Rapidité de modulation possible dans cet intervalle</b>	<b>Spécification dans l'intervalle</b>	<b>Intervalle de mesure initial et distance par rapport à la limite de porteuse</b>
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.N.6.2.10.2 Rayonnements non essentiels au cours des transitoires d'entrée/sortie progressive de rafale**

Chaque émetteur DOIT contrôler les rayonnements non essentiels, avant et pendant l'entrée progressive et pendant et après la sortie progressive, avant et après une rafale en mode AMRT.

Les rayonnements non essentiels d'entrée/sortie, tels que des variations de tension à la sortie de l'émetteur amont dues à l'activation ou à la désactivation de la transmission, DOIVENT être inférieurs à 100 mV et de tels échelons DOIVENT être dissipés à un rythme non supérieur à une pente de stabilisation constante de 2  $\mu$ s. Cette prescription s'applique lorsque le CM transmet à +155 dB $\mu$ V ou plus; pour des niveaux d'émission réduits, les variations de tension maximales DOIVENT être réduites d'un facteur 2 pour chaque réduction de 6 dB du niveau de puissance par rapport à +155 dB $\mu$ V jusqu'à une variation maximale de 7 mV à 91 dB $\mu$ V et au-dessous. Cette prescription ne s'applique pas aux transitoires de mise sous tension et hors tension du CM.

La limitation à 2  $\mu$ s de la vitesse de réponse ne doit pas être prise en compte pour des transitoires en courant continu de moins de 7 mV.

#### **B.N.6.2.10.3 Taux d'erreur sur les symboles (SER)**

La performance du modulateur DOIT s'inscrire à  $\pm 0,5$  dB du taux SER (*symbol error rate*) théorique par rapport à C/N (c'est-à-dire  $E_s/N_o$ ), pour un taux SER aussi bas que  $10^{-6}$  non codé, en QPSK et en 16 QAM.

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.

Le CM DOIT pouvoir atteindre un rapport SNR par grappes d'au moins 27 dB en présence des microréflexions de canal définies dans le Tableau B.N-2. Etant donné que ce tableau ne limite pas le retard d'écho dans le cas du niveau de -30 dBc, l'on part du principe, dans le cadre des essais, que la durée de l'écho à ce niveau est inférieure ou égale à 1,5  $\mu$ s.

#### **B.N.6.2.10.4 Distorsion de filtre**

Les prescriptions suivantes impliquent la désactivation de toute préégalisation.

##### **B.N.6.2.10.4.1 Amplitude**

Le gabarit spectral DOIT être le spectre idéal en racine de cosinus surélevé avec  $\alpha = 0,25$ , dans les gammes indiquées ci-dessous.

$$f_c - R_s / 4 \text{ Hz to } f_c + R_s / 4 \text{ Hz} : -0,3 \text{ dB à } 0,3 \text{ dB}$$

$$f_c - 3R_s / 8 \text{ Hz to } f_c - R_s / 4 \text{ Hz, et } f_c + R_s / 4 \text{ Hz à } f_c + 3R_s / 8 \text{ Hz} : -0,5 \text{ dB à } 0,3 \text{ dB}$$

$$f_c - R_s / 2 \text{ Hz et } f_c + R_s / 2 \text{ Hz} : -3,5 \text{ dB à } -2,5 \text{ dB}$$

$$f_c - 5R_s / 8 \text{ Hz et } f_c + 5R_s / 8 \text{ Hz} : \text{pas supérieur } -30 \text{ dB}$$

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.N.6.2.10.4.2 Phase**

$f_c - 5R_s/8 \text{ Hz à } f_c + 5R_s/8 \text{ Hz}$ : les variations de temps de propagation de groupe ne DOIVENT PAS être supérieures à 100 ns.



#### **B.N.6.2.10.5 Bruit de phase dans la porteuse**

Le bruit de phase intégré total d'un émetteur amont (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.N.6.2.10.6 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  $0^\circ\text{C}$  à  $40^\circ\text{C}$  pendant les cinq ans suivant la date de fabrication.

#### **B.N.6.2.10.7 Précision de la rapidité de modulation**

Le modulateur amont DOIT assurer une précision absolue des rapidités de modulation de  $\pm 50 \times 10^{-6}$  dans une gamme de températures de  $0$  à  $40^\circ\text{C}$  pendant les cinq ans suivant la date de fabrication.

#### **B.N.6.2.10.8 Gigue temporelle des symboles**

La valeur crête à crête de la gigue de symbole, rapportée au croisement à 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 amont.

La valeur crête à crête de l'erreur de phase cumulée, rapportée au premier temps de symbole et avec exclusion de l'influence d'une éventuelle fréquence à décalage fixe de symbole, 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 les valeurs maximale et minimale de l'erreur de phase cumulée 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 amont. L'exclusion de l'influence d'un décalage fixe de fréquence de symbole doit être réalisée au moyen de la durée moyenne de symbole, calculée sur une période de 0,1 s.

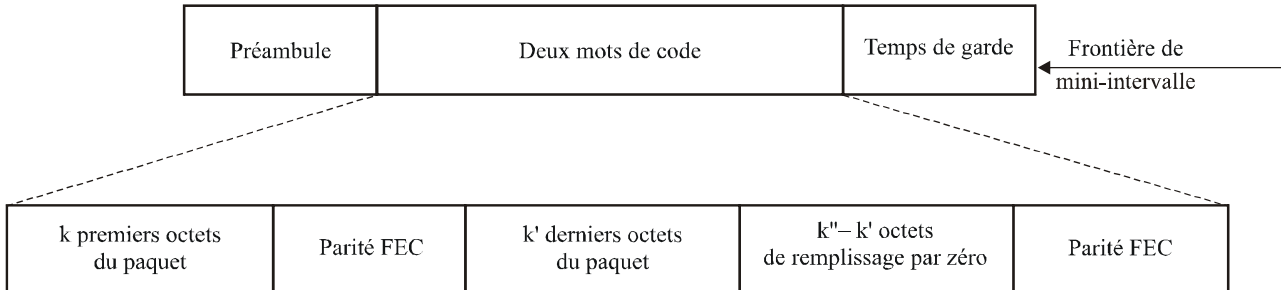
#### **B.N.6.2.11 Structure des trames**

La Figure B.N-8 donne deux exemples de structure de trame: l'une où la longueur de paquet est égale au nombre d'octets d'information dans un codet et une autre où la longueur du paquet est supérieure au nombre d'octets d'information dans un codet, mais inférieure à deux codets. L'exemple 1 illustre le mode de longueur de codet fixe et l'exemple 2 le mode de dernier codet raccourci. Ces modes sont définis au § B.N.6.11.1.

**Exemple 1** – Longueur de paquet = nombre d'octets d'information dans le mot de code = k



**Exemple 2** – Longueur de paquet = k + octets d'information dans le 2<sup>e</sup> mot de code = k + k' ≤ k + k' ≤ 2k



J.112ANN.B\_FN-8

**Figure B.N-8/J.112 – Exemple de structures de trame en mode longueur flexible de rafale**

### B.N.6.2.11.1 Longueur des codets

Lorsque la FEC est activée, le CM fonctionne en mode longueur de codet fixe ou en mode codet raccourci. Le nombre minimal d'octets d'information dans un codet, pour le mode fixe ou raccourci, est de 16. La capacité de codet raccourci n'apporte d'avantage que lorsque le nombre d'octets contenus dans un codet est supérieur à la valeur minimale de 16.

Les descriptions suivantes s'appliquent à une attribution de mini-intervalles dans des régions aussi bien de concurrence que de non-concurrence. (L'attribution de mini-intervalles est traitée au § B.9.) Le but de cette description est de définir les règles et les conventions permettant aux CM de demander le nombre approprié de mini-intervalles et à la couche PHY du CMTS de connaître la nature du verrouillage de trames FEC prévu, autant en mode de longueur de codet fixe qu'en mode de dernier codet raccourci.

#### B.N.6.2.11.1.1 Longueur fixe des codets

Dans ce mode, après codage de toutes les données, le codet est rempli de zéros, si nécessaire, afin d'obtenir le nombre k d'octets de données attribués par codet; le remplissage de zéros DOIT se poursuivre jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des codets de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé, en tenant compte des symboles de parité FEC et de durée de garde.

#### B.N.6.2.11.1.2 Raccourcissement du dernier codet

Comme illustré à la Figure B.N-8, soit k' = le nombre d'octets d'information qui restent après avoir réparti les octets d'information de la rafale en codets 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 codet raccourci, soit k'' égal au nombre d'octets de données en rafale plus les octets remplis de zéros dans le dernier codet raccourci. En mode de codet raccourci, le CM code les octets de données de la rafale (y compris l'en-tête MAC) en utilisant la longueur de codet attribuée (k octets d'information par codet) jusqu'à ce que:

- 1) toutes les données soient codées;
- 2) le reste des octets d'information soit inférieur à k.

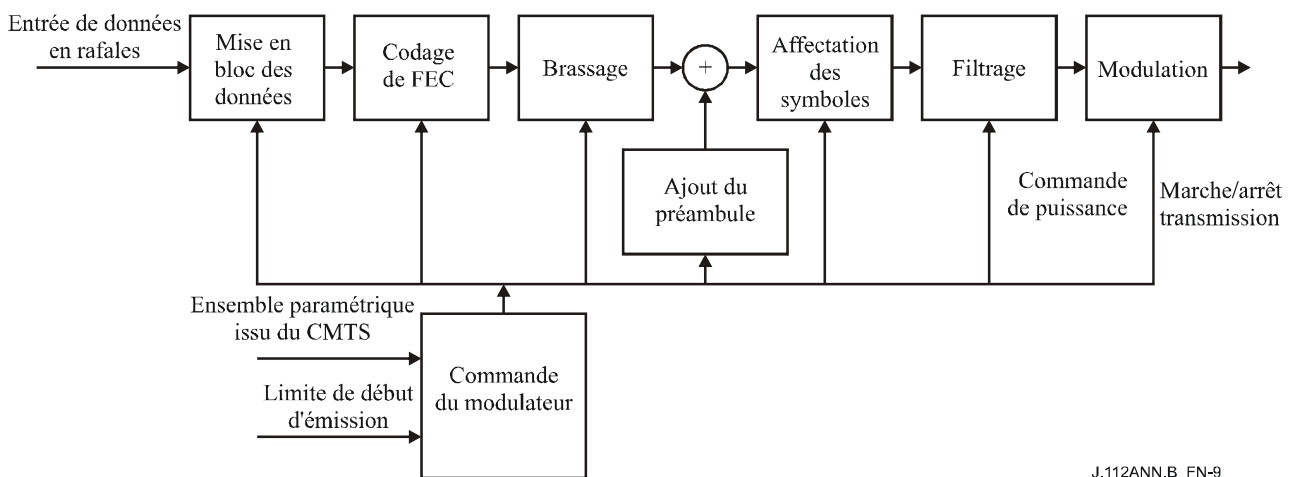
Les derniers codets raccourcis ne doivent pas avoir moins de 16 octets d'information et cela doit être pris en compte lorsque les CM font une demande de mini-intervalle. En mode de dernier codet raccourci, le CM, si nécessaire, remplit les données de zéros jusqu'à la fin de l'attribution de mini-intervalles, qui est dans la plupart des cas la frontière de mini-intervalle suivante, en tenant compte des symboles de parité de FEC et de durée de garde. Souvent, seuls les octets remplis de zéros  $k'' - k'$  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 DOIT remplir les données de zéros jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des codets de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé dans l'attribution (en tenant compte des symboles de parité FEC et de durée de garde); ensuite, si cela est possible, un dernier codet rempli de zéros doit être inséré pour finir de remplir l'attribution de mini-intervalle.

Si, après avoir rempli de zéros les codets supplémentaires avec  $k$  octets d'information, il reste moins de 16 octets dans l'attribution des mini-intervalles accordés en tenant compte des symboles de parité et de durée de garde, le CM ne doit pas créer ce dernier codet raccourci.

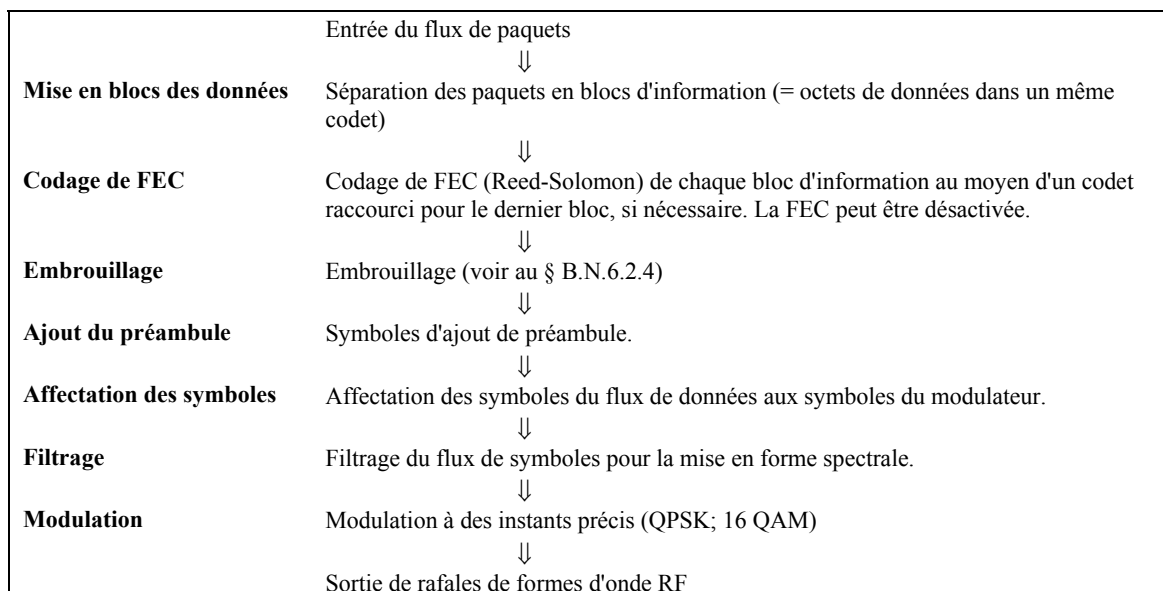
### B.N.6.2.12 Exigences relatives au traitement du signal

L'ordre de traitement du signal pour chaque type de paquet en rafale DOIT être compatible avec la séquence donnée à la Figure B.N-9 et DOIT suivre l'ordre des étapes de la Figure B.N-10.



J.112ANN.B\_FN-9

**Figure B.N-9/J.112 – Séquence de traitement du signal**



**Figure B.N-10/J.112 – Processus d'émission amont en AMRT**

### **B.N.6.2.13 Caractéristiques de puissance d'entrée du démodulateur amont**

La puissance d'entrée totale maximale dans le démodulateur amont ne DOIT PAS dépasser 95 dB $\mu$ V dans la gamme des fréquences d'exploitation (de 5 MHz à 65 MHz).

La puissance de réception recherchée dans chaque porteuse DOIT s'inscrire dans la gamme de valeurs indiquée dans le Tableau B.N-11.

Le démodulateur DOIT fonctionner dans les limites des spécifications de qualité, les rafales reçues étant dans la fourchette  $\pm 6$  dB de la puissance de réception commandée nominale.

**Tableau B.N-11/J.112 – Gamme maximale de puissance de réception nominale commandée dans chaque porteuse**

<b>Rapidité de modulation (kBd)</b>	<b>Gamme maximale (dB<math>\mu</math>V)</b>
160	+44 à +74
320	+47 à +77
640	+50 à +80
1280	+53 à +83
2560	+56 à +86

### B.N.6.2.14 Signal de sortie électrique en amont du modem CM

Le CM DOIT fournir un signal radioélectrique modulé ayant les caractéristiques données au Tableau B.N-12.

**Tableau B.N-12/J.112 – Sortie électrique du CM**

Paramètre	Valeur
Fréquence	de 5 à 65 MHz d'extrémité à extrémité
Gamme de niveaux (dans un canal)	de +68 à +115 dB $\mu$ V (16 QAM) de +68 à +118 dB $\mu$ V (QPSK)
Type de modulation	QPSK et 16 QAM
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 ohms
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie	> 6 dB (5 à 65 MHz)
Connecteur	Connecteur F selon [CEI 60169-24] (en commun avec l'entrée)

### B.N.6.3 Aval

#### B.N.6.3.1 Protocole aval

La sous-couche PMD aval DOIT être conforme à [EN 300 429].

#### B.N.6.3.2 Entrelacement

La sous-couche PMD aval DOIT prendre en charge un entrelaceur ayant les caractéristiques définies au Tableau B.N-13. Le mode de l'entrelaceur est entièrement conforme à [EN 300 429].

**Tableau B.N-13/J.112 – Caractéristiques d'entrelaceur**

I (Nombre de pôles)	J (Incrément)	Protection de rafale 64 QAM/256 QAM	Latence 64 QAM/256 QAM
12	17	18 $\mu$ s/14 $\mu$ s	0,43 ms/0,32 ms

#### B.N.6.3.3 Plan de fréquences aval

Le plan de fréquences aval contiendra toutes les fréquences centrales entre 112 et 858 MHz par incréments de 250 kHz. C'est l'opérateur qui choisira les fréquences à utiliser en fonction des prescriptions nationales.

#### B.N.6.3.4 Signal de sortie électrique du système CMTS

Le CMTS DOIT fournir un signal radioélectrique modulé ayant les caractéristiques suivantes définies au Tableau B.N-14.

**Tableau B.N-14/J.112 – Sortie du CMTS**

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale ( $f_c$ )	De 112 à 858 MHz $\pm$ 30 kHz
Niveau	Réglable dans une gamme allant de 110 à 121 dB $\mu$ V
Type de modulation	64 QAM et 256 QAM
Rapidité de modulation (nominale)	
64 QAM	6,952 MBd/s
256 QAM	6,952 MBd/s
Espacement nominal des canaux	8 MHz
Réponse en fréquence	
64 QAM	Mise en forme en racine de cosinus surélevé $\sim$ 15%
256 QAM	Mise en forme en racine de cosinus surélevé $\sim$ 15%
Rayonnements non essentiels totaux apparaissant discrètement dans la bande ( $f_c \pm 4$ MHz)	< -57 dBc
Rayonnements non essentiels et bruit dans la bande ( $f_c \pm 4$ MHz)	< -46,7 dBc; les rayonnements non essentiels et le bruit dans un canal 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 $\pm$ 50 kHz de la porteuse est exclu.
Canal adjacent de ( $f_c \pm 4$ MHz) à ( $f_c \pm 4,75$ MHz)	< -58 dBc dans une bande de 750 kHz.
Canal adjacent de ( $f_c \pm 4,75$ MHz) à ( $f_c \pm 12$ MHz)	< -60,6 dBc dans une bande de 7,25 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 ( $f_c \pm 12$ MHz) à ( $f_c \pm 20$ MHz)	< -63,7 dBc ou 49,3 dB $\mu$ V (selon la valeur la plus grande) dans une bande de 8 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 80 MHz à 1000 MHz)	< 49,3 dB $\mu$ V dans chaque canal de 8 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 $\Omega$
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 au-dessus de 750 MHz
Connecteur	Connecteur F selon [CEI 60169-24]

### B.N.6.3.5 Signal d'entrée électrique aval vers le modem CM

Le CM DOIT accepter un signal modulé RF ayant les caractéristiques suivantes (Tableau B.N-15).

**Tableau B.N-15/J.112 – Entrée électrique vers le CM**

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale	De 112 à 858 MHz $\pm$ 30 kHz
Gamme de niveaux (dans un canal)	De 43 à 73 dB $\mu$ V en 64 QAM De 47 à 77 dB $\mu$ V en 256 QAM
Type de modulation	64 QAM et 256 QAM
Rapidité de modulation (nominale)	6,952 MBd/s (64 QAM) et 6,952 MBd/s (256 QAM)
Largeur de bande	8 MHz (mise en forme en racine de cosinus surélevé de 15% pour 64 QAM et de 12% pour 256 QAM)
Puissance d'entrée totale (de 80 à 862 MHz)	< 90 dB $\mu$ V
Impédance d'entrée (en charge)	75 $\Omega$
Facteur d'adaptation (en réflexion) à l'entrée	> 6 dB (85 à 862 MHz)
Connecteur	Connecteur F selon la spécification [CEI 60169-24] (en commun avec la sortie)

### B.N.6.3.6 Qualité du CM en termes de BER

La performance en termes de taux d'erreur sur les bits (BER, *bit-error rate*) du CM DOIT être telle que définie dans le présent paragraphe. Les prescriptions s'appliquent au mode d'entrelacement I = 12, J = 17.

#### B.N.6.3.6.1 64 QAM

##### B.N.6.3.6.1.1 Qualité du CM en termes de BER en 64 QAM

La perte d'insertion du CM DOIT être telle que le CM obtienne un taux d'erreur sur les bits post-FEC inférieur ou égal à  $10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit ( $E_s/N_0$ ) de 25,5 dB ou plus.

##### B.N.6.3.6.1.2 Performance de réjection d'image en 64 QAM

La performance telle que décrite au § B.N.6.3 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.N.6.3.6.1.3 Performance de canal adjacent en 64 QAM

La performance telle que décrite au § B.N.6.3 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La performance telle que décrite au § B.N.6.3 DOIT être assurée avec des signaux analogiques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

La performance telle que décrite au § B.N.6.3, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

## B.N.6.3.6.2 256 QAM

### B.N.6.3.6.2.1 Qualité du CM en termes de BER en 256 QAM

La perte d'insertion du CM DOIT être telle que le CM obtienne un taux d'erreurs binaires (BER) post-FEC inférieur ou égal à  $10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport porteuse sur bruit ( $E_s/N_o$ ) comme dans le Tableau B.N-16.

**Tableau B.N-16/J.112 – Qualité du CM en termes de BER en 256 QAM**

Niveau du signal reçu à l'entrée	Rapport $E_s/N_o$
De 47 à 54 dB $\mu$ V	34,5 dB ou plus
Plus de 54 à +77 dB $\mu$ V	31,5 dB ou plus

### B.N.6.3.6.2.2 Performance de réjection d'image en 256 QAM

La performance telle que décrite au § B.N.6.3 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.N.6.3.6.2.3 Qualité en termes de réjection du canal adjacent en 256 QAM

La performance indiquée au § B.N.6.3 DOIT être atteinte avec un signal analogique ou numérique à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La performance indiquée au § B.N.6.3, majorée d'une tolérance de 0,5 dB, DOIT être atteinte avec un signal analogique à +10 dBc dans les canaux adjacents.

La performance indiquée au § B.N.6.3, majorée d'une tolérance de 1 dB, DOIT être atteinte avec un signal numérique à +10 dBc dans les canaux adjacents.

### B.N.6.3.6.2.4 Spécifications additionnelles pour QAM

Les spécifications additionnelles suivantes sont données pour les modulations QAM.

Paramètre	Spécification
Déphasage I/Q	< 1,0°
Diaphonie I/Q	$\leq -50$ dB
Déséquilibre d'amplitude I/Q	0,05 dB max
Biais de rythme I/Q	< 3,0 ns

## B.N.6.3.7 Gigue temporelle du système CMTS

La gigue temporelle crête à crête, mesurée à la sortie du système sous-couche de convergence de transmission aval, DOIT être inférieure à 500 ns. Cette valeur est celle de la gigue par rapport à la sous-couche de convergence de transmission aval qui transfère les données du paquet MPEG à la sous-couche dépendante du support physique aval suivant une horloge parfaitement continue et progressive au débit de données du paquet MPEG. Le traitement dans la sous-couche dépendante du support physique NE DOIT PAS être pris en compte au niveau de la production des horodatages et de leur transfert à la sous-couche dépendante du support physique.



Donc, deux horodatages  $N1$  et  $N2$  ( $N2 > N1$ ), quels qu'ils soient, qui ont été transférés à la sous-couche dépendante du support physique aval aux instants  $T1$  et  $T2$ , respectivement, doivent satisfaire à la relation suivante:

$$\left| \frac{N2 - N1}{10\,240\,000} - (T2 - T1) \right| < 500 \text{ ns}$$

La gigue inclut les inexactitudes de valeur d'horodatage et la gigue dans toutes les horloges. Les 500 ns attribuées à la gigue à la sortie de la sous-couche de convergence de transmission le sens aval doivent être diminuées de toute gigue qui est introduite par la sous-couche dépendante du support physique le sens aval.

Le CM est censé observer les prescriptions de précision de la synchronisation des rafales (voir au § B.N.6.2.7) 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 horodatages).

L'horloge centrale à 10,24 MHz du système CMTS DOIT avoir une stabilité de fréquence  $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ , une dérive  $\leq 10^{-8}/s$  et une gigue de contour  $\leq 10$  ns crête à crête ( $\pm 5$  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  $\leq 21$  ns; durée de deux segments de 1 024 000 cycles séparés par un segment de 10 240 000 cycles  $\leq 30$  ns; durée de deux segments adjacents de 102 400 000 cycles  $\leq 120$  ns. L'horloge centrale du système CMTS DOIT respecter de telles limites d'essai dans au moins 99% des mesures.)

## **B.N.7 Sous-couche de convergence de transmission dans le sens aval**

### **B.N.7.1 Introduction**

Afin d'améliorer la robustesse de la démodulation, de faciliter la réception commune d'équipements de vidéo et de données, et d'assurer dans l'avenir un éventuel multiplexage de vidéo et de données dans le flux binaire de la sous-couche PMD définie au § B.N.6, une sous-couche est intercalée entre la sous-couche PMD le sens aval et la sous-couche MAC de transmission de données par câble.

Le flux binaire dans le sens aval 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.N-11 montre l'entrelacement des octets MAC de transmission de données par câble (DOC, *data-over-cable*) avec d'autres informations numériques (vidéo numériques dans l'exemple donné).

En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéo numérique

**Figure B.N-11/J.112 – Exemple d'entrelacement de paquets MPEG dans le sens aval**

### B.N.7.2 Format de paquet MPEG

Le format d'un paquet MPEG acheminant des données DOCSIS est illustré à la Figure B.N-12. 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 EuroDOCSIS.

En-tête MPEG (4 octets)	<code>pointer_field</code> (1 octet)	Charge utile MCNS (183 ou 184 octets)
----------------------------	---	--

**Figure B.N-12/J.112 – Format d'un paquet MPEG**

### B.N.7.3 En-tête MPEG pour transmission de données EuroDOCSIS par câble

Le format de l'en-tête d'un flux de transport MPEG est défini au § 2.4/H.222.0. Les valeurs particulières de champs qui caractérisent les flux MAC de transmission de données par câble sont définies au Tableau B.N-17. Les noms des champs proviennent de la Rec. UIT-T H.222.0.

L'en-tête MPEG est constitué de 4 octets qui commencent le paquet MPEG de 188 octets. Le format de l'en-tête utilisé sur un identifiant de paquet de transmission de données EuroDOCSIS par câble est limité aux paramètres donnés dans le Tableau B.N-17. 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.

**Tableau B.N-17/J.112 – Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission de données EuroDOCSIS par câble**

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 réglé 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 de 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; réglé à zéro.
PID	13	PID communément admis de transmission de données EuroDOCSIS par câble (0x1FFE).

**Tableau B.N-17/J.112 – Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission de données EuroDOCSIS par câble**

Champ	Longueur (bits)	Description
transport_scrambling_control	2	Réservé, réglé à "00".
adaptation_field_control	2	"01"; l'utilisation du champ adaptation_field n'est PAS AUTORISEE sur le PID EuroDOCSIS.
continuity_counter	4	Compteur cyclique dans ce PID.

#### **B.N.7.4 Charge utile MPEG pour données EuroDOCSIS sur câble**

La partie de charge utile MPEG du paquet MPEG achemine les trames MAC de EuroDOCSIS. 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.

##### **stuff\_byte**

L'Annexe B.N définit un motif stuff\_byte d'une valeur de (0xFF) utilisé dans la charge utile de EuroDOCSIS pour remplir d'éventuels interstices entre les trames MAC de EuroDOCSIS. Cette valeur est choisie comme valeur non utilisée pour le premier octet de trame MAC de EuroDOCSIS. 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 EuroDOCSIS. 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) vers le début de la première trame MAC qui commence dans le paquet;
- 2) vers tout octet stuff\_byte précédant la trame MAC.

#### **B.N.7.5 Interaction avec la sous-couche de commande 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 EuroDOCSIS. 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.N-13 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 EuroDOCSIS commence la recherche d'un octet FC valide immédiatement après ce pointer\_field.

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	Trame MAC (jusqu'à 183 octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)
----------------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------

**Figure B.N-13/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC suit immédiatement le pointer\_field**

La Figure B.N-14 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 n° 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 (= M)	Queue de trame MAC n° 1 (M octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC n° 2
----------------------------	------------------------	---------------------------------------	------------------------------	----------------------------

**Figure B.N-14/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage**

Afin de faciliter le multiplexage du flux de paquets MPEG qui acheminent des données EuroDOCSIS avec d'autres données codées MPEG, le CMTS NE DEVRAIT PAS transmettre des paquets MPEG avec un PID EuroDOCSIS contenant uniquement des stuff\_bytes dans la zone de charge utile. Des paquets MPEG nuls DEVRAIENT être transmis à la place. Il est à noter qu'il existe des relations de synchronisation implicites dans la sous-couche MAC de EuroDOCSIS et que celles-ci DOIVENT également être préservées par toute opération de multiplexage MPEG.

La Figure B.N-15 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 n° 1	Trame MAC n° 2	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Trame MAC n° 3
----------------------------	------------------------	-------------------	-------------------	------------------------------	-------------------

**Figure B.N-15/J.112 – Format de paquet dans lequel plusieurs trames MAC sont contenues dans un seul paquet**

La Figure B.N-16 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.

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.N-16/J.112 – Format de paquet dans lequel une trame MAC couvre plusieurs paquets**

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 (voir aux § B.8.3.2 et B.9.3).

#### **B.N.7.6 Interaction avec la couche Physique**

Le flux de paquets MPEG-2 DOIT être codé conformément à [EN 300 429].

#### **B.N.7.7 Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG**

Le flux de paquets MPEG-2 DEVRAIT être déclaré "dans la trame" (c'est-à-dire qu'un alignement de paquets correct ait été réalisé) lorsque cinq bits de synchronisation corrects successifs, chacun séparé de 188 octets du précédent, ont été reçus.

Le flux de paquets MPEG-2 DEVRAIT être déclaré "hors trame" et il conviendrait de démarrer une recherche d'alignement de paquets correct, lorsque neuf contrôles de parité incorrects successifs ont été reçus.

Le format de trame MAC est décrit en détail au § B.8.





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
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
<b>Série J</b>	<b>Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias</b>
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication