

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.1731

(05/2006)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Aspects relatifs au protocole Internet – Gestion,
exploitation et maintenance

**Fonctions et mécanismes d'exploitation et de
maintenance pour les réseaux à base Ethernet**

Recommandation UIT-T Y.1731



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE
 PROCHAINE GÉNÉRATION**

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION	
Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Numérotage, nommage et adressage	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899

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

Recommandation UIT-T Y.1731

Fonctions et mécanismes d'exploitation et de maintenance pour les réseaux à base Ethernet

Résumé

La présente Recommandation fournit des mécanismes pour la fonctionnalité OAM dans le plan utilisateur des réseaux Ethernet conformément aux exigences et aux principes indiqués dans la Rec. UIT-T Y.1730. La présente Recommandation est spécifiquement conçue de façon à prendre en charge les connexions point à point et multipoint dans la couche Ethernet (ETH) définie dans la Rec. G.8010/Y.1306.

Les mécanismes d'exploitation et de maintenance (OAM) définis dans la présente Recommandation offrent des capacités permettant d'exploiter et d'entretenir les aspects réseau et service de la couche ETH.

Source

La Recommandation UIT-T Y.1731 a été approuvée le 22 mai 2006 par la Commission d'études 13 (2005-2008) 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 mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux 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

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 2
4	Abréviations..... 4
5	Conventions 6
5.1	Entité de maintenance (ME)..... 7
5.2	Groupe d'entités ME (MEG) 7
5.3	Extrémité de groupe MEG (MEP)..... 8
5.4	Point intermédiaire de groupe MEG (MIP)..... 8
5.5	Point de conditionnement du trafic (TrCP) 8
5.6	Niveau de groupe MEG..... 8
5.7	Transparence OAM 9
5.8	Représentation d'octets 10
6	Relations OAM..... 10
6.1	Relation entre entités MEG, extrémités MEP, points MIP et points TrCP 10
6.2	Relation entre groupes MEG et niveau de groupe MEG..... 10
6.3	Configuration d'extrémités MEP et de points MIP..... 11
7	Fonctions OAM pour la gestion des dérangements..... 12
7.1	Contrôle de continuité de circuit Ethernet (ETH-CC)..... 12
7.2	Bouclage Ethernet (ETH-LB)..... 14
7.3	Trace de liaison Ethernet (ETH-LT) 18
7.4	Signal d'indication d'alarme Ethernet (ETH-AIS)..... 21
7.5	Indication de défaut distant Ethernet (ETH-RDI) 22
7.6	Signal verrouillé Ethernet (ETH-LCK)..... 24
7.7	Signal d'essai Ethernet (ETH-Test) 25
7.8	Commutation de protection automatique Ethernet (ETH-APS)..... 26
7.9	Canal de communication de maintenance Ethernet (ETH-MCC)..... 26
7.10	Signal OAM expérimental Ethernet (ETH-EXP)..... 27
7.11	Signal OAM propre à un vendeur Ethernet (ETH-VSP)..... 27
8	Fonctions OAM pour la surveillance de la performance..... 27
8.1	Mesure de perte de trame (ETH-LM)..... 28
8.2	Mesure du délai de trame (ETH-DM) 31
8.3	Mesure de débit utile 34
9	Types d'unité PDU d'exploitation et de maintenance 34
9.1	Éléments communs d'information OAM..... 34
9.2	Unité PDU de message CCM 37
9.3	Unité PDU de message LBM 39
9.4	Unité PDU de réponse LBR 42

	Page
9.5	Unité PDU de message LTM 43
9.6	Unité PDU de réponse LTR 44
9.7	Unité PDU d'AIS 46
9.8	Trame d'état verrouillé LCK..... 47
9.9	Unité PDU d'essai TST..... 47
9.10	Unité PDU de commutation APS 48
9.11	Unité PDU de canal MCC 49
9.12	Unité PDU de message LMM 50
9.13	Unité PDU de réponse LMR 51
9.14	Unité PDU de mesure IDM 52
9.15	Unité PDU de message DMM..... 53
9.16	Unité PDU de réponse DMR..... 54
9.17	Unité PDU de message EXM..... 55
9.18	Unité PDU de réponse EXR..... 56
9.19	Unité PDU de message VSM 57
9.20	Unité PDU de réponse VSR 58
10	Adresses de trame OAM..... 59
10.1	Adresses de destination à multidiffusion..... 60
10.2	Trames CCM 60
10.3	Trames LBM 61
10.4	Trames LBR 61
10.5	Trames LTM..... 61
10.6	Trames LTR..... 61
10.7	Trames AIS..... 61
10.8	Trames LCK 61
10.9	Trames TST 61
10.10	Trames APS..... 61
10.11	Trames MCC 62
10.12	Trames LMM..... 62
10.13	Trames LMR 62
10.14	Trames IDM..... 62
10.15	Trames DMM 62
10.16	Trames DMR 62
10.17	Trames EXM 62
10.18	Trames EXR 62
10.19	Trames VSM 62
10.20	Trames VSR 62
	Annexe A – Format d'identificateur de groupe MEG 63

	Page
Appendice I – Etats de défaut	65
I.1 Etat de perte de continuité (LOC, <i>loss of continuity</i>)	65
I.2 Etat d'erreur de multiplexage.....	65
I.3 Etat d'extrémité MEP inattendue (UnexpectedMEP).....	66
I.4 Etat de niveau de groupe MEG inattendu (UnexpectedMEGLevel).....	66
I.5 Etat de période inattendue (UnexpectedPeriod).....	67
I.6 Etat de panne de signal (SignalFail).....	67
I.7 Etat de signal AIS.....	67
I.8 Etat d'indication RDI.....	68
I.9 Etat de verrouillage LCK.....	68
Appendice II – Scénarios de réseau Ethernet.....	69
II.1 Exemple de niveaux partagés de groupe MEG	69
II.2 Exemple de niveaux indépendants de groupe MEG.....	70
Appendice III – Mesure de perte de trame.....	71
III.1 Calculs de perte de trame	71
III.2 Périodicité de débordement du compteur de trames.....	73
Appendice IV – Interfonctionnement OAM dans un réseau.....	73
Appendice V – Limitation de la détection des erreurs de multiplexage.....	74
Appendice VI – Alignement terminologique avec le projet IEEE 802.1ag.....	76
BIBLIOGRAPHIE.....	77

Introduction

La Commission d'études 13 de l'UIT-T préparé la présente Recommandation en coopération avec le projet IEEE 802.1ag (Gestion des défauts de connexité). Tout le possible a été fait afin d'harmoniser ces activités, mais les travaux de l'IEEE n'étaient pas terminés au moment de l'approbation de la présente Recommandation. Quand ils le seront, il sera peut-être nécessaire d'apporter d'autres améliorations et raffinements à la présente Recommandation afin d'aligner complètement les résultats finals et d'inclure les références normatives appropriées dans les documents de l'IEEE. Par ailleurs, d'autres études approfondies seront entreprises en temps voulu par la Commission d'études 15 de l'UIT-T au sujet des détails d'implémentation (c'est-à-dire la spécification des fonctions d'équipement).

Recommandation UIT-T Y.1731

Fonctions et mécanismes d'exploitation et de maintenance pour les réseaux à base Ethernet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les mécanismes requis afin d'exploiter et d'entretenir les aspects réseau et service de couche ETH. Elle spécifie également les formats des trames Ethernet des signaux OAM ainsi que la syntaxe et la sémantique des champs de trame OAM. Les mécanismes OAM décrits dans la présente Recommandation s'appliquent aux connexions aussi bien point à point que multipoint dans la couche ETH. Les mécanismes OAM décrits dans la présente Recommandation sont applicables à tout environnement indépendamment de la façon dont la couche ETH est gérée (p. ex. au moyen de systèmes de gestion de réseau et/ou de systèmes logistiques d'exploitation).

La base architecturale de la présente Recommandation est la spécification Ethernet G.8010/Y.1306, qui tient également compte des spécifications IEEE 802.1D, 802.1Q et 802.3. Les fonctions OAM des réseaux de couche Serveur, utilisées par un réseau Ethernet, ne sont pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation. Les fonctions OAM des couches situées au-dessus de la couche ETH ne sont pas non plus dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

2 Références normatives

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

- Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport.*
- Recommandation UIT-T G.806 (2006), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique.*
- Recommandation UIT-T G.809 (2003), *Architecture fonctionnelle des réseaux de couche sans connexion.*
- Recommandation UIT-T G.826 (2002), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour les connexions et conduits numériques internationaux à débit constant.*
- Recommandation UIT-T G.7710/Y.1701 (2001), *Prescriptions de la fonction de gestion d'équipements communs.*
- Recommandation UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture des réseaux de couche Ethernet.*
- Recommandation UIT-T G.8021/Y.1341 (2004), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements des réseaux de transport Ethernet.*
- Recommandation UIT-T G.8031/Y.1342 (2006), *Commutation de protection de réseau Ethernet.*

- Recommandation UIT-T M.1400 (2006), *Désignations des interconnexions entre opérateurs de réseau.*
- Recommandation UIT-T O.150 (1996), *Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique.*
- Recommandation UIT-T T.50 (1992), *Alphabet international de référence (ancien alphabet international n°5 ou AI5) – Technologies de l'information – Jeux de caractères codés à 7 bits pour l'échange d'informations.*
- Recommandation UIT-T Y.1730 (2004), *Prescriptions relatives aux fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance dans les réseaux à base Ethernet et les services Ethernet.*
- IEEE 802-2001, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture (Norme IEEE pour réseaux de zones locale et régionale: vue d'ensemble et architecture).*
- IEEE 802.1D-2004, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridges (Norme IEEE pour réseaux de zones locale et régionale: ponts de commande d'accès au support (MAC)).*
- IEEE 802.1Q-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks (Norme IEEE pour réseaux de zones locale et régionale: réseaux de zone locale routés en dérivation virtuelle).*
- IEEE 802.3-2002, *Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications (Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Réseaux LAN/MAN – Exigences spécifiques – Partie 3: Accès multiple avec détection de porteuse et de collision (CSMA/CD) – Spécifications de méthode d'accès et de couche physique).*
- IEEE 1588-2002, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems (Norme IEEE de protocole de synchronisation d'horloge de précision pour systèmes répartis de mesurage et de commande).*
- MEF 10 (2004), *Ethernet Services Attributes: Phase 1 (Attributs des services Ethernet): Phase 1).*

3 Définitions

La présente Recommandation utilise les termes suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T G.805:

- 3.1** point de connexion
- 3.2** liaison
- 3.3** connexion de liaison
- 3.4** connexion de réseau
- 3.5** opérateur de réseau
- 3.6** fournisseur de service
- 3.7** point de connexion de terminaison
- 3.8** chemin

3.9 terminaison de chemin

La présente Recommandation utilise les termes suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T G.806:

3.10 défaut

3.11 défaillance

La présente Recommandation utilise les termes suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T G.809:

3.12 adaptation

3.13 informations adaptées

3.14 relation client/serveur

3.15 chemin sans connexion

3.16 flux

3.17 domaine de flux

3.18 flux de domaine de flux

3.19 point de flux

3.20 groupe de points de flux

3.21 liaison de groupe de points de flux

3.22 terminaison de flux

3.23 puits de terminaison de flux

3.24 source de terminaison de flux

3.25 réseau de couche

3.26 flux de liaison

3.27 réseau

3.28 port

3.29 point de référence

3.30 unité de trafic

3.31 transport

3.32 entité de transport

3.33 fonction de traitement de transport

3.34 point de flux de terminaison

3.35 groupe de points de flux de terminaison

La présente Recommandation utilise les termes suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T G.8010/Y.1306:

3.36 chemin ETH

3.37 liaison ETH

3.38 connexion Ethernet point à point

3.39 connexité Ethernet multipoint

3.40 connexion Ethernet multipoint

La présente Recommandation utilise le terme suivant, qui est défini dans la norme IEEE 802-2001:

3.41 identificateur unique d'organisation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.42 actions OAM hors trafic: actions OAM qui sont effectuées pendant que le trafic de données est interrompu.

3.43 actions OAM en trafic: actions OAM qui sont effectuées alors que le trafic de données n'est pas interrompu, dans l'hypothèse que le trafic de données restera transparent aux actions OAM.

3.44 actions OAM préventives: actions OAM qui sont effectuées en permanence afin de permettre un compte rendu préventif de défauts et/ou qualités de fonctionnement résultants.

3.45 actions OAM manuelles: actions OAM qui sont lancées par intervention manuelle pendant un temps limité afin d'effectuer des diagnostics. Les actions OAM manuelles peuvent se traduire par des actions OAM singulières ou périodiques pendant l'intervalle temporel de diagnostic.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

IDM	mesure de délai dans un seul sens (<i>one-way delay measurement</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AP	point d'accès (<i>access point</i>)
APS	commutation de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
CCM	message de contrôle de continuité (<i>continuity check message</i>)
CE	extrémité de client (<i>customer edge</i>)
CoS	classe de service (<i>class of service</i>)
CP	point de connexion (<i>connection point</i>)
DA	adresse MAC de destination (<i>destination MAC address</i>)
DMM	message de mesure de délai (<i>delay measurement message</i>)
DMR	réponse de mesure de délai (<i>delay measurement reply</i>)
ETH	réseau de couche MAC Ethernet (<i>Ethernet MAC layer network</i>)
ETH-AIS	fonction de signal d'indication d'alarme Ethernet (<i>Ethernet alarm indication signal function</i>)
ETH-APS	fonction de commutation de protection automatique Ethernet (<i>Ethernet automatic protection switching function</i>)
ETH-CC	fonction de contrôle de continuité de circuit Ethernet (<i>Ethernet continuity check function</i>)
ETH-DM	fonction de mesurage du délai Ethernet (<i>Ethernet delay measurement function</i>)
ETH-EXP	fonction de signal OAM expérimental Ethernet (<i>Ethernet experimental OAM function</i>)
ETH_FP	point de flux Ethernet (<i>Ethernet flow point</i>)
ETH-LB	fonction de bouclage Ethernet (<i>Ethernet loopback function</i>)
ETH-LCK	fonction de signal de verrouillage Ethernet (<i>Ethernet lock signal function</i>)

ETH-LM	fonction de mesurage de perte Ethernet (<i>Ethernet loss measurement function</i>)
ETH-LT	fonction de trace de liaison Ethernet (<i>Ethernet link trace function</i>)
ETH-MCC	fonction de canal de communication de maintenance Ethernet (<i>Ethernet maintenance communication channel function</i>)
ETH-RDI	fonction d'indication de défaut distant Ethernet (<i>Ethernet remote defect indication function</i>)
ETH-Test	fonction d'essai Ethernet (<i>Ethernet test function</i>)
ETH-TFP	point de flux Ethernet de terminaison (<i>Ethernet termination flow point</i>)
ETH-VSP	fonction de signal OAM propre à un vendeur Ethernet (<i>Ethernet vendor specific OAM function</i>)
ETY	réseau de couche PHY Ethernet (<i>Ethernet PHY layer network</i>)
EXM	message OAM expérimental (<i>experimental OAM message</i>)
EXR	réponse au signal OAM expérimental (<i>experimental OAM reply</i>)
FD	domaine de flux (<i>flow domain</i>)
FP	point de flux (<i>flow point</i>)
FPP	groupe de points de flux (<i>flow point pool</i>)
FT	terminaison de flux (<i>flow termination</i>)
ICC	indicatif UIT d'exploitant (<i>ITU carrier code</i>)
LBM	message de bouclage (<i>loopback message</i>)
LBR	réponse (au message) de bouclage (<i>loopback reply</i>)
LCK	état verrouillé (<i>locked</i>)
LMI	interface de gestion locale (<i>local management interface</i>)
LMM	message de mesure de perte (<i>loss measurement message</i>)
LMR	réponse (au message) de mesure de perte (<i>loss measurement reply</i>)
LOC	perte de continuité (<i>loss of continuity</i>)
LTM	message de trace de liaison (<i>link trace message</i>)
LTR	réponse (au message) de trace de liaison (<i>link trace reply</i>)
MAC	commande d'accès au support (<i>media access control</i>)
MC	convertisseur de support (<i>media converter</i>)
MCC	canal de communication de maintenance (<i>maintenance communication channel</i>)
ME	entité de maintenance (<i>maintenance entity</i>)
MEG	groupe d'entités de maintenance (<i>ME group</i>)
MEL	niveau de groupe MEG (<i>MEG level</i>)
MEP	extrémité de groupe MEG (<i>MEG end point</i>)
MIB	base de données de gestion (<i>management information base</i>)
MIP	point intermédiaire de groupe MEG (<i>MEG intermediate point</i>)
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)

NNI	interface entre nœuds de réseau (<i>network node interface</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OSS	système logistique d'exploitation (<i>operations support system</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
OUI	identificateur unique d'organisation (<i>organizationally unique identifier</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PE	extrémité de fournisseur (<i>provider edge</i>)
PHY	entité de couche physique Ethernet, composée des sous-couches PCS, PMA et, si présente, PMD
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
RDI	indication de défaut distant (<i>remote defect indication</i>)
SA	adresse MAC d'origine (<i>source MAC address</i>)
SES	secondes gravement erronées (<i>severely errored seconds</i>)
SLA	convention de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
SRV	serveur (distant)
STP	protocole d'interconnexion arborescente (<i>spanning tree protocol</i>)
TC	conditionnement du trafic (<i>traffic conditioning</i>)
TCI	information de commande de marquage (<i>tag control information</i>)
TFP	point de flux de terminaison (<i>termination flow point</i>)
TFPP	groupe de points de flux de terminaison (<i>termination flow point pool</i>)
TLV	type, longueur et valeur
TrCP	point de conditionnement du trafic (<i>traffic conditioning point</i>)
TST	unité PDU d'essai (<i>test PDU</i>)
TTL	durée de vie (<i>time to live</i>)
UMC	code identificateur unique de groupe MEG (<i>unique MEG ID code</i>)
UNI	interface entre utilisateur et réseau (<i>user network interface</i>)
UNI-C	côté client d'interface UNI (<i>customer side of UNI</i>)
UNI-N	côté réseau d'interface UNI (<i>network side of UNI</i>)
VID	identificateur de réseau local virtuel (<i>VLAN identifier</i>)
VLAN	réseau local virtuel (<i>virtual LAN</i>)
VSM	message OAM propre à un vendeur (<i>vendor specific OAM message</i>)
VSR	réponse (au message) OAM propre à un vendeur (<i>vendor specific OAM reply</i>)

5 Conventions

Les conventions schématiques pour les réseaux de couche avec et sans connexion, décrites dans la présente Recommandation, sont celles des Recommandations UIT-T G.805, G.809 et G.8010/Y.1306.

Aux fins de la présente Recommandation, les termes et conventions schématiques ci-après sont également définis pour les signaux OAM.

5.1 Entité de maintenance (ME)

Une entité ME représente une entité qui nécessite une gestion et qui est une relation entre deux extrémités de groupe d'entités de maintenance (voir § 5.3). Les entités ME des réseaux Ethernet ont été identifiées dans la Figure 23/G.8010/Y.1306 (voir Figure 5-1), dans la Figure 24/G.8010/Y.1306 et dans le § 9/Y.1730. Des entités ME peuvent s'imbriquer mais ne peuvent pas se superposer.

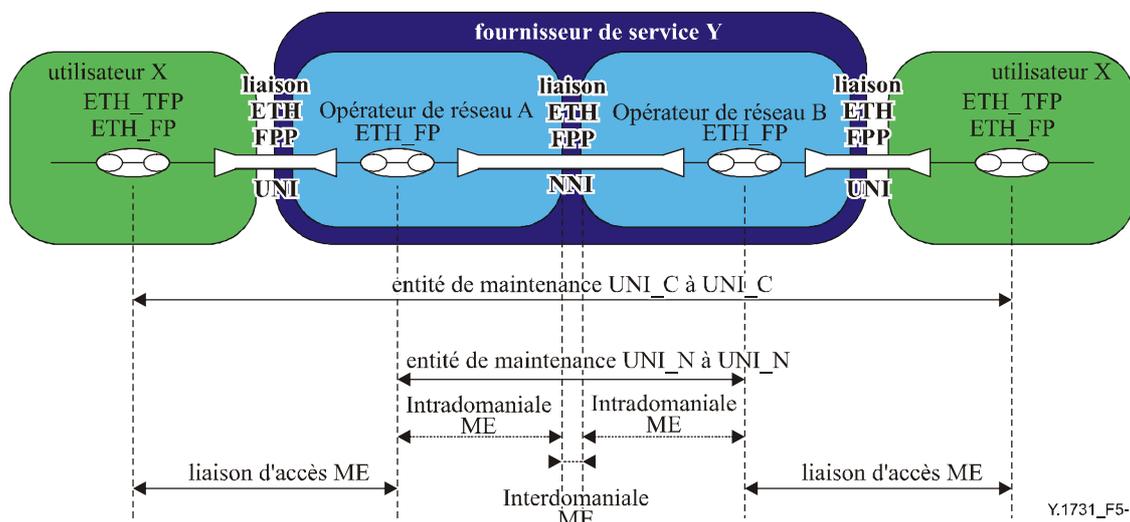


Figure 5-1/Y.1731 – Exemple d'entités ME associées au domaine administratif de connexion point à point représenté dans la Figure 23/G.8010/Y.1306

Le mappage des entités ME définies dans les Recommandations UIT-T G.8010/Y.1306 et Y.1730 est représenté dans le Tableau 5-1.

Tableau 5-1/Y.1731 – Entités ME définies dans les Recommandations UIT-T G.8010/Y.1306 et Y.1730

Entité ME selon G.8010/Y.1306	Entité ME selon Y.1730
Entité ME d'UNI_C à UNI_C	UNI-UNI (client)
Entité ME d'UNI_N à UNI_N	UNI-UNI (fournisseur)
Entité ME intradomaniale	Segment (PE-PE) intra-fournisseur
Entité ME interdomaniale	Segment (PE-PE) entre fournisseurs (fournisseur – fournisseur)
Entité ME de liaison d'accès	OAM de liaison par réseau ETY – UNI (client – fournisseur)
Entité ME interdomaniale	OAM de liaison par réseau ETY – NNI (opérateur – opérateur)

5.2 Groupe d'entités ME (MEG)

Un groupe d'entités de maintenance (MEG) contient différentes entités ME qui répondent aux conditions suivantes:

- les entités ME d'un groupe MEG existent dans la même frontière administrative;
- les entités ME d'un groupe MEG ont le même niveau de groupe MEG (voir § 5.6);
- les entités ME d'un groupe MEG appartiennent à la même connexion point à point dans la couche ETH ou à la même connexité multipoint dans la couche ETH.

Pour une connexion point à point dans la couche ETH, un groupe MEG contient une seule entité ME. Pour une connectivité multipoint dans la couche ETH contenant n extrémités, un groupe MEG contient $n*(n-1)/2$ entités ME.

5.3 Extrémité de groupe MEG (MEP)

Une extrémité de groupe MEG (MEP) marque l'extrémité d'un groupe MEG de couche ETH qui est capable de lancer et d'arrêter des trames OAM pour la gestion des dérangements et la surveillance de la qualité de fonctionnement. Les trames OAM sont distinctes des flux transitoires de la couche ETH. Les trames OAM sont ajoutées à l'agrégat des flux transitoires de la couche ETH et l'on présume qu'elles sont soumises au même traitement de réexpédition que les flux transitoires de la couche ETH qui sont surveillés. Une extrémité MEP n'ajoute pas de nouvel identificateur de réexpédition aux flux transitoires de la couche ETH. Une extrémité MEP ne termine pas les flux transitoires de la couche ETH, bien qu'elle puisse observer ces flux (p. ex. en compter les trames).

Une extrémité MEP peut être décrite, conformément à la Rec. UIT-T G.8021/Y.1341, au moyen de fonctions atomiques qui sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

5.3.1 Extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant

Une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant représente le bloc fonctionnel composé de la fonction de terminaison de couche Serveur et de la fonction d'adaptation entre serveur distant et couche ETH. Ce bloc sert à notifier aux extrémités MEP de couche ETH toute détection de défaillance par la fonction de terminaison de couche Serveur ou par la fonction d'adaptation entre serveur distant et couche ETH, la fonction de terminaison de couche Serveur étant censée exécuter des mécanismes OAM spécifiques de la couche Serveur.

NOTE – Une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant a besoin de prendre en charge la fonction ETH-AIS, comme décrit dans le § 7.4, où la fonction d'adaptation entre serveur distant et couche ETH est tenue d'émettre des trames contenant des informations ETH-AIS dès détection d'un défaut dans la couche Serveur, par la terminaison de couche Serveur et/ou par la fonction d'adaptation.

Une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant peut être décrite, conformément à la Rec. UIT-T G.8021/Y.1341, au moyen de fonctions atomiques qui sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

5.4 Point intermédiaire de groupe MEG (MIP)

Le point intermédiaire d'un groupe MEG (MIP) est capable de réagir à certaines des trames OAM. Un point MIP n'émet pas de trames OAM. Un point MIP n'entreprend aucune action sur les flux transitoires de la couche ETH.

Un point MIP peut être décrit, conformément à la Rec. UIT-T G.8021/Y.1341, au moyen de fonctions atomiques, qui sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

5.5 Point de conditionnement du trafic (TrCP)

Un point de conditionnement du trafic (TrCP) est un point de flux ETH qui est capable de remplir une fonction de conditionnement de trafic dans la couche ETH, comme spécifié dans la Rec. UIT-T G.8010/Y.1306.

5.6 Niveau de groupe MEG

Si des groupes MEG sont imbriqués, le flux OAM de chaque groupe MEG doit être clairement identifiable et séparable du flux OAM des autres groupes MEG. Si les flux OAM ne peuvent pas être distingués par l'encapsulation de couche ETH proprement dite, le niveau de groupe MEG dans la trame OAM distingue les différents flux OAM des groupes MEG imbriqués.

Huit niveaux de groupe MEG sont disponibles afin de tenir compte de différents scénarios de déploiement de réseau.

Quand les flux de chemin de données concernant un client, un fournisseur et un opérateur ne peuvent pas être distingués sur la base des encapsulations de couche ETH, les huit niveaux de groupe MEG peuvent être partagés entre ces encapsulations afin de distinguer les trames OAM appartenant à des groupes MEG imbriqués de clients, de fournisseurs et d'opérateurs. La répartition par défaut des niveaux de groupe MEG entre les rôles de client, de fournisseur et d'opérateur est la suivante:

- le rôle de client est assigné à trois niveaux de groupe MEG: 7, 6 et 5;
- le rôle de fournisseur est assigné à deux niveaux de groupe MEG: 4 et 3;
- le rôle d'opérateur est assigné à trois niveaux de groupe MEG: 2, 1 et 0.

La répartition par défaut des niveaux de groupe MEG peut être modifiée au moyen d'un accord mutuel entre les rôles de client, de fournisseur et/ou d'opérateur.

Bien que huit niveaux de groupe MEG soient disponibles, on peut ne pas les utiliser en totalité, auquel cas il n'y a aucune contrainte sur leur continuité (p. ex., seuls les niveaux de groupe MEG 7, 5, 2 et 0 peuvent être utilisés). Le nombre de niveaux de groupe MEG utilisés dépend du nombre d'entités ME imbriquées pour lesquelles les flux OAM ne peuvent pas être distingués sur la base de l'encapsulation de couche ETH.

La répartition spécifique des niveaux de groupe MEG entre les différents rôles joués dans des déploiements spécifiques est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. On en trouvera certains exemples dans la Rec. UIT-T G.8010/Y.1306.

5.7 Transparence OAM

La transparence OAM se rapporte à la capacité de permettre un transport transparent des trames OAM appartenant à des groupes MEG de niveau supérieur, au travers d'autres groupes MEG de niveau inférieur quand ces groupes MEG sont imbriqués.

Des trames OAM appartenant à un domaine administratif commencent et finissent aux extrémités MEP présentes à la frontière de ce domaine administratif. Une extrémité MEP empêche des trames OAM, correspondant à un groupe MEG dans le domaine administratif, de s'échapper à l'extérieur de ce domaine administratif. Cependant, quand une extrémité MEP n'est pas présente ou est défectueuse, les trames OAM associées pourraient quitter le domaine administratif.

De même, une extrémité MEP présente à la frontière d'un domaine administratif protège celui-ci des trames OAM appartenant à d'autres domaines administratifs. L'extrémité MEP permet à des trames OAM, issues de domaines administratifs extérieurs appartenant à des entités ME de niveau supérieur, de passer de façon transparente; tandis qu'elle bloque les trames OAM issues de domaines administratifs extérieurs appartenant à des entités ME de niveau égal ou inférieur.

Le rôle de client peut utiliser l'un quelconque des huit niveaux de groupe MEG quand ceux-ci ne sont pas partagés entre rôles de fournisseur et d'opérateur, comme mentionné dans le § 5.6. Cependant, si les niveaux de groupe MEG sont partagés entre rôles de fournisseur et d'opérateur, la transparence des trames OAM de client entre domaines administratifs de fournisseur et/ou d'opérateur ne sera garantie que pour les niveaux de groupe MEG ayant fait l'objet d'un accord mutuel p. ex. pour les niveaux par défaut 7, 6 et 5. De même, quand les niveaux de groupe MEG sont partagés, la transparence des trames OAM de fournisseur entre domaines administratifs d'opérateur sera garantie pour les niveaux de groupe MEG ayant fait l'objet d'un accord mutuel, p. ex. les niveaux par défaut 4 et 3, tandis que le rôle d'opérateur pourra utiliser les niveaux par défaut 2, 1 et 0.

Les trames OAM peuvent être empêchées de s'échapper par l'implémentation d'un traitement de filtrage OAM dans les fonctions atomiques d'une extrémité MEP.

5.8 Représentation d'octets

Dans la présente Recommandation, les octets sont représentés comme défini dans la norme IEEE 802.1D.

Quand des octets consécutifs servent à représenter un nombre binaire, l'octet de numéro inférieur a la valeur de plus fort poids. Par exemple, si l'octet 1 et l'octet 2 de la Figure 5-2 représentent un nombre binaire, l'octet 1 a la valeur de plus fort poids.

Les bits contenus dans un octet sont numérotés de 1 à 8, où le bit 1 est le bit de plus faible poids (LSB) et où le bit 8 est le bit de plus fort poids (MSB).

	1				2				3				4																			
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Octet1				Octet2				Octet3				Octet4																			
5	Octet5				Octet6				Octet7				Octet8																			
9	Octet9				Octet10				Octet11				Octet12																			
:																																

Figure 5-2/Y.1731 – Exemple de format d'unité PDU

6 Relations OAM

6.1 Relation entre entités MEG, extrémités MEP, points MIP et points TrCP

L'Appendice II présente différents scénarios de réseau afin de montrer comment des groupes MEG, des extrémités MEP et des points MIP peuvent être déployés à différents niveaux de groupe MEG et afin de montrer l'endroit où des points TrCP sont susceptibles d'être placés.

NOTE – Tous les groupes MEG, extrémités MEP et points MIP correspondants ne peuvent pas être utilisés ou fournis dans les exemples de scénario de réseau présentés dans l'Appendice II. Par exemple, les fournisseurs peuvent ne pas offrir de points MIP de client.

6.2 Relation entre groupes MEG et niveau de groupe MEG

Les extrémités MEP associées à un domaine administratif fonctionnent à un niveau assigné de groupe MEG. Les extrémités MEP interdomaniales, associées à des groupes MEG entre deux domaines administratifs, peuvent fonctionner à un niveau de groupe MEG pouvant faire l'objet d'un accord entre ces deux domaines administratifs, de façon que les flux OAM interdomaniaux associés soient empêchés de s'échapper vers l'un ou l'autre domaine administratif. Le niveau de groupe MEG par défaut pour les flux OAM interdomaniaux est 0.

Le Tableau 6-1 met en évidence les répartitions possibles des niveaux de groupes MEG situés dans le contexte de domaines administratifs de client, de fournisseur et d'opérateur qui se partagent les niveaux de groupe MEG tels qu'ils ont été mappés avec les Recommandations UIT-T G.8010/Y.1306 et Y.1730.

Tableau 6-1/Y.1731 – Exemples de répartition de niveaux partagés de groupe MEG

Groupe MEG G.8010/Y.1306	Entité ME Y.1730	Niveau(x) de groupe MEG
ME d'UNI_C à UNI_C	UNI-UNI (Client)	7,6, ou 5
ME d'UNI_N à UNI_N	UNI-UNI (Fournisseur)	4, ou 3
Unité ME intradomaniale	Segment (PE-PE) intra-fournisseur	4, ou 3
Unité ME interdomaniale	Segment (PE-PE) entre fournisseurs (Fournisseur – Fournisseur)	0 (par défaut)
Unité ME de liaison d'accès	OAM de liaison par réseau ETY – UNI (Client – Fournisseur)	0 (par défaut)
Unité ME interdomaniale	OAM de liaison par réseau ETY – NNI (Opérateur – Opérateur)	0 (par défaut)

Comme mentionné dans le § 5.6, les niveaux de groupe MEG sont partagés quand les flux OAM des groupes MEG imbriqués de client, de fournisseur et d'opérateur ne peuvent pas être distingués d'après leur encapsulation dans la couche ETH. Cependant, quand les flux OAM des groupes MEG imbriqués de client, de fournisseur et d'opérateur peuvent être distingués d'après leur encapsulation dans la couche ETH, les niveaux de groupe MEG ne sont pas partagés, sauf pour les groupes MEG interdomaniaux (p. ex. des groupes MEG entre client et fournisseur, des groupes MEG entre fournisseur et opérateur, des groupes MEG entre opérateurs, des entités ME entre fournisseurs, etc.).

Le Tableau 6-2 met en évidence des répartitions possibles de niveau de groupe MEG pour des entités ME situées dans le contexte de domaines administratifs de client, de fournisseur et d'opérateur qui ne se partagent pas les niveaux de groupe MEG mais nécessitent des entités ME interdomaniales.

Tableau 6-2/Y.1731 – Exemples de répartition des niveaux indépendants de groupe MEG

Groupe MEG G.8010/Y.1306	Entité ME Y.1730	Niveau(x) de groupe MEG
ME d'UNI_C à UNI_C	UNI-UNI (Client)	7-1
ME d'UNI_N à UNI_N	UNI-UNI (Fournisseur)	7-1
Unité ME intradomaniale	Segment (PE-PE) intra-fournisseur	7-1
Unité ME interdomaniale	Segment (PE-PE) entre fournisseurs (Fournisseur – Fournisseur)	0 (par défaut)
Unité ME de liaison d'accès	OAM de liaison par réseau ETY – UNI (Client – Fournisseur)	0 (par défaut)
Unité ME interdomaniale	OAM de liaison par réseau ETY – NNI (Opérateur – Opérateur)	0 (par défaut)

Par ailleurs, si des entités ME interdomaniales ne sont pas requises, chaque client, fournisseur ou opérateur peut utiliser chacun des huit niveaux de groupe MEG. Cependant, comme déjà indiqué dans le § 5.6, tous les niveaux de groupe MEG ne peuvent pas être utilisés.

6.3 Configuration d'extrémités MEP et de points MIP

Les extrémités MEP et les points MIP sont configurés au moyen du plan de gestion et/ou du plan de commande. Les configurations au moyen du plan de gestion peuvent être effectuées manuellement par administration locale de chaque dispositif ou au moyen de systèmes de gestion de réseau (NMS, *network management system*).

Cette configuration est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

7 Fonctions OAM pour la gestion des dérangements

Les fonctions OAM pour la gestion des dérangements permettent la détection, la vérification, la localisation et la notification de différents états de défaut.

L'Appendice I donne un aperçu général des différents états de défaut qui peuvent être détectés au moyen de fonctions OAM.

7.1 Contrôle de continuité de circuit Ethernet (ETH-CC)

La fonction de contrôle de continuité de circuit Ethernet (ETH-CC, *Ethernet continuity check function*) sert à des actions OAM préventives et à la détection de perte de continuité (LOC, *loss of continuity*) entre une paire quelconque d'extrémités MEP d'un groupe MEG. La fonction ETH-CC permet également la détection d'une connexité imprévue entre deux groupes MEG (erreur de multiplexage), la détection d'une connexité imprévue dans le groupe MEG avec une extrémité MEP inattendue (extrémité MEP inattendue) et la détection d'autres états de défaut (p. ex. niveau de groupe MEG inattendu, période inattendue, etc.). La fonction ETH-CC est applicable à la gestion des dérangements, à la surveillance de la qualité de fonctionnement, ou aux applications de commutation de protection.

Une extrémité MEP doit toujours signaler la réception de trames contenant des informations inattendues de contrôle ETH-CC. L'émission de trames ETH-CC peut être activée ou désactivée dans un groupe MEG. Quand l'émission de trames ETH-CC est activée dans un groupe MEG, toutes les extrémités MEP sont activées de façon à émettre périodiquement des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC vers toutes les autres extrémités MEP situées dans ce groupe MEG. La période d'émission des trames ETH-CC est la même pour toutes les extrémités MEP situées dans le groupe MEG. Quand une extrémité MEP est activée de façon à produire des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC, elle s'attend également à recevoir des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC à partir de ses extrémités MEP homologues dans le groupe MEG.

Quand l'émission de trames ETH-CC est désactivée dans un groupe MEG, toutes les extrémités MEP sont désactivées de façon à ne pas émettre de trames contenant des informations de contrôle ETH-CC.

Les informations de configuration spécifiquement requises par chaque extrémité MEP de façon à prendre en charge les trames ETH-CC sont les suivantes:

- identificateur de groupe MEG – identifie le groupe MEG auquel l'extrémité MEP appartient;
- identificateur d'extrémité MEP – indique l'identité propre de l'extrémité MEP dans le groupe MEG;
- liste d'identificateurs d'extrémités MEP homologues dans le groupe MEG – Pour un groupe MEG de connexion point à point avec une seule entité ME, la liste consistera en un unique identificateur pour l'extrémité MEP homologue;
- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- période d'émission de trames ETH-CC – cela dépend de l'application. La fonction ETH-CC a trois applications différentes (pour chaque application, une période d'émission par défaut est spécifiée):
 - gestion des dérangements: la période d'émission par défaut est de 1 seconde (c'est-à-dire une vitesse de transmission de 1 trame/seconde);
 - surveillance de la qualité de fonctionnement: la période d'émission par défaut est de 100 ms (c'est-à-dire une vitesse de transmission de 10 trames/seconde);

- commutation de protection: la période d'émission par défaut est de 3,33 ms (c'est-à-dire une vitesse de transmission de 300 trames/seconde);
- priorité – identifie la priorité de trame contenant des informations de contrôle ETH-CC. Par défaut, la trame contenant des informations de contrôle ETH-CC est émise avec la plus haute priorité offerte au trafic de données. Sinon, la priorité peut être configurée;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations de contrôle ETH-CC sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Un point MIP est transparent aux informations de contrôle ETH-CC et n'a donc besoin d'aucune information de configuration de façon à prendre en charge les trames ETH-CC.

Quand une extrémité MEP ne reçoit pas d'informations de contrôle ETH-CC en provenance d'une extrémité MEP homologue (figurant dans la liste des extrémités MEP homologues) pendant un intervalle de 3,5 fois la période d'émission de trames ETH-CC, cette extrémité détecte une perte de continuité dans l'extrémité MEP homologue. L'intervalle correspond à une perte de trois trames consécutives transportant des informations de contrôle ETH-CC à partir de l'extrémité MEP homologue. La fonction ETH-CC permet également la détection d'autres états de défaut comme décrit dans le § 7.1.2.

L'unité PDU d'exploitation et de maintenance utilisée pour les informations de contrôle ETH-CC est le message CCM, comme décrit dans le § 9.2. Les trames qui transportent l'unité PDU de message CCM sont appelées *trames de message CCM*.

7.1.1 Emission de message CCM (avec informations de contrôle ETH-CC)

Quand la fonction ETH-CC est activée, une extrémité MEP émet périodiquement des trames de message CCM à la fréquence de la période d'émission configurée, qui peut avoir une des sept valeurs suivantes:

- **3,33 ms**: période d'émission par défaut pour application de commutation de protection (vitesse de transmission de 300 trames/seconde);
- **10 ms**: (vitesse de transmission de 100 trames/seconde);
- **100 ms**: période d'émission par défaut pour application de surveillance de la qualité de fonctionnement (vitesse de transmission de 10 trames/seconde);
- **1 s**: période d'émission par défaut pour application de gestion des dérangements (vitesse de transmission de 1 trame/seconde);
- **10 s**: (vitesse de transmission de 6 trames/minute);
- **1 minute**: (vitesse de transmission de 1 trame/minute);
- **10 min**: (vitesse de transmission de 6 trames/heure).

NOTE – Bien que sept valeurs différentes soient spécifiées pour la période d'émission, les valeurs par défaut sont recommandées d'après la zone d'application pour laquelle la fonction ETH-CC doit être utilisée. Quand on utilise une période d'émission autre que la valeur par défaut pour une zone d'application, le comportement de l'application prévue n'est pas garanti.

Le champ de période contenu dans le message CCM est émis avec une valeur de période d'émission configurée, à l'extrémité MEP émettrice, de façon qu'une extrémité MEP réceptrice puisse détecter une période inattendue si la période d'émission n'est pas la même entre les extrémités MEP émettrice et réceptrice.

7.1.2 Réception de message CCM (avec informations de contrôle ETH-CC)

Quand une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM, elle l'examine afin de garantir que son identificateur de groupe MEG correspond à celui qui a été configuré dans l'extrémité MEP réceptrice et que l'identificateur d'extrémité MEP contenu dans la trame de message CCM provient

de la liste configurée d'identificateurs d'extrémités MEP homologues. Les informations contenues dans la trame de message CCM sont cataloguées dans l'extrémité MEP réceptrice.

Les trames de message CCM permettent la détection de différents états de défaut, qui sont les suivants:

- si aucune trame de message CCM provenant d'une extrémité MEP homologue n'est reçue dans un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission du message CCM par l'extrémité MEP réceptrice, une perte de continuité avec l'extrémité MEP homologue est détectée;
- si l'on reçoit une trame de message CCM avec un niveau de groupe MEG inférieur à celui du groupe MEG de l'extrémité MEP réceptrice, un niveau de groupe MEG inattendu est détecté;
- si l'on reçoit une trame de message CCM ayant le même niveau de groupe MEG mais avec un identificateur de groupe MEG différent de celui qui est propre à l'extrémité réceptrice, une erreur de multiplexage est détectée;
- si l'on reçoit une trame de message CCM ayant le même niveau de groupe MEG et un identificateur de groupe MEG correct mais avec un identificateur incorrect d'extrémité MEP, y compris le propre identificateur de l'extrémité MEP réceptrice, une extrémité MEP inattendue est détectée;
- si une trame de message CCM est reçue avec un niveau correct de groupe MEG, un identificateur correct de groupe MEG, un identificateur correct d'extrémité MEP, mais avec un champ de période ayant une valeur différente de la période d'émission propre du message CCM de l'extrémité MEP réceptrice, une période inattendue est détectée.

Une extrémité MEP réceptrice doit avertir le processus de gestion des pannes d'équipement quand elle détecte les états de défaut qui précèdent.

7.2 Bouclage Ethernet (ETH-LB)

La fonction de bouclage Ethernet (ETH-LB, *Ethernet loopback*) sert à vérifier la connexité d'une extrémité MEP avec un point MIP ou avec une ou plusieurs extrémité(s) MEP homologue(s). Il y a deux types de bouclage ETH-LB:

- le bouclage Ethernet unidiffusé;
- le bouclage Ethernet à multidiffusion.

7.2.1 Bouclage Ethernet unidiffusé

Le bouclage Ethernet unidiffusé est une fonction OAM manuelle qui peut être utilisée pour les applications suivantes:

- afin de vérifier la connexité dans les deux sens d'une extrémité MEP avec un point MIP ou avec une extrémité MEP homologue;
- afin d'exécuter un essai de diagnostic en service et hors service dans les deux sens entre une paire d'extrémités MEP homologues. Cela inclut la vérification du débit utile dans la bande passante, la détection des erreurs sur les bits, etc.

Les trames contenant des informations de bouclage Ethernet unidiffusé peuvent être émises de plusieurs façons pour différents types de commandes manuelles, p. ex. émission unique, émission répétitive, etc. Les types spécifiques de commandes manuelles sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Quand elle est utilisée pour vérifier la connexité dans les deux sens, une extrémité MEP envoie une trame unidiffusée contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB et s'attend à recevoir une trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB issues d'un point MIP ou d'une extrémité MEP homologue, dans un délai spécifié. Le point MIP ou MEP homologue est identifié par son adresse MAC, laquelle est codée dans l'adresse de destination (DA) de la trame

de requête unidiffusée. Si l'extrémité MEP ne reçoit pas la trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB dans le délai spécifié, une perte de connexité avec le point MIP ou l'extrémité MEP homologue peut être supposée. Le bouclage Ethernet unidiffusé peut également servir à vérifier la connexité dans les deux sens avec différentes longueurs de trame entre une extrémité MEP et un point MIP ou une extrémité MEP homologue.

Quand elle est utilisée afin d'effectuer des essais de diagnostic dans les deux sens, une extrémité MEP envoie des trames unidiffusées contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB à une extrémité MEP homologue. Ces informations de requête de bouclage ETH-LB contiennent des séquences d'essai. Quand des essais de diagnostic hors service sont effectués, le trafic de données n'est pas acheminé de part et d'autre de l'entité ME diagnostiquée. En revanche, les extrémités MEP sont configurées de façon à envoyer des trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK, comme décrit dans le § 7.6, au niveau de groupe MEG de client immédiat de part et d'autre de l'entité ME.

NOTE 1 – Le bouclage Ethernet unidiffusé ne peut servir à exécuter qu'une des deux applications à un moment quelconque. Il doit terminer la commande manuelle en cours qui est associée à une des applications (vérification de connexité ou essai de diagnostic) avant qu'il puisse agir sur une nouvelle commande manuelle pour l'autre application.

NOTE 2 – Le débit maximal auquel les trames contenant des informations de bouclage Ethernet unidiffusé peuvent être envoyées sans influencer défavorablement le trafic de données, pour la vérification en service de la connexité dans les deux sens ou pour les essais de diagnostic en service dans les deux sens, est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Il peut faire l'objet d'un accord mutuel entre l'utilisateur du bouclage ETH-LB unidiffusé et l'utilisateur du service.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP de façon à prendre en charge le bouclage Ethernet unidiffusé sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée du point MIP ou MEP distant auquel le bouclage ETH-LB est destiné;
- données – élément facultatif dont la longueur et le contenu sont configurables à l'extrémité MEP. Le contenu peut être une séquence d'essai et une somme de contrôle facultative. Exemples de séquences d'essai: séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8/O.150, suite de zéros, etc. Pour une application d'essai de diagnostic dans les deux sens, une configuration est requise concernant un générateur de signaux d'essai et un détecteur de signaux d'essai associés à l'extrémité MEP;
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations de bouclage Ethernet unidiffusé;
- admissibilité au rejet – identifie l'admissibilité au rejet des trames contenant des informations de bouclage Ethernet unidiffusé quand des conditions d'encombrement sont rencontrées.

NOTE 3 – Des éléments d'information de configuration additionnels peuvent être requis pour une émission répétitive, p. ex. fréquence des répétitions, intervalle total de répétition, etc. Ces éléments additionnels d'information de configuration sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Un point MIP ou MEP distant, dès réception de la trame unidiffusée avec informations de requête de bouclage ETH-LB qui est adressée à ce point MIP ou MEP, répond par une trame unidiffusée avec informations de réponse ETH-LB.

L'information de configuration spécifiquement requise par un point MIP de façon à prendre en charge le bouclage Ethernet unidiffusé est la suivante:

- Niveau de groupe MEG – celui auquel le point MIP se trouve.

L'unité PDU d'exploitation et de maintenance utilisée pour les informations de requête de bouclage LB unidiffusé est le message LBM, comme décrit dans le § 9.3. L'unité PDU d'exploitation et de maintenance utilisée pour les informations de réponse de bouclage LB unidiffusé est la réponse LBR, comme décrit dans le § 9.4. Les trames unidiffusées transportant l'unité PDU de message LBM sont appelées *trames LBM unidiffusées*. Les trames unidiffusées transportant l'unité PDU de réponse LBR sont appelées *trames LBR unidiffusées*.

7.2.1.1 Emission de trames LBM unidiffusées

Les trames LBM unidiffusées sont émises par une extrémité MEP à la demande.

Quand elle est utilisée pour la vérification de la connexité dans les deux sens, une extrémité MEP émet une trame LBM unidiffusée à l'adresse du point MIP distant ou de l'extrémité MEP homologue distante, avec un identificateur spécifique de transaction inséré dans le champ d'identificateur de transaction/numéro de séquence. Après l'émission d'une trame LBM unidiffusée, une extrémité MEP s'attend à recevoir une trame LBR unidiffusée dans un délai de 5 secondes. L'identificateur de transaction émis est donc conservé par l'extrémité MEP pendant au moins 5 secondes après l'émission de la trame LBM unidiffusée. Un identificateur de transaction différent doit être utilisé pour chaque trame LBM unidiffusée et aucun identificateur de transaction issu de la même extrémité MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

Une extrémité MEP peut, le cas échéant, utiliser un nuplet TLV de données ou un nuplet TLV d'essai. Quand l'extrémité MEP est configurée de façon à vérifier l'efficacité de l'émission de différentes longueurs de trame, cette extrémité MEP utilise un nuplet TLV de données. Cependant, quand l'extrémité MEP est utilisée pour des essais de diagnostic, elle émet une trame LBM unidiffusée à l'adresse de l'extrémité MEP homologue distante avec un nuplet TLV d'essai qui sert à transporter la séquence d'essai produite par un générateur de signaux d'essai associé à l'extrémité MEP. Quand celle-ci est configurée pour un essai de diagnostic hors service, l'extrémité MEP produit également des trames de verrouillage LCK, comme décrit dans le § 7.6, au niveau de groupe MEG de client dans le sens opposé à celui de l'émission des trames LBM.

7.2.1.2 Réception de trames LBM unidiffusées et émission de trames LBR unidiffusées

Chaque fois qu'une trame valide LBM unidiffusée est reçue par un point MIP ou MEP, une trame LBR est produite et émise vers l'extrémité MEP requérante. Une trame LBM unidiffusée avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MIP ou MEP récepteur sont considérées comme formant une trame LBM unidiffusée valide. Chaque champ contenu dans la trame LBM unidiffusée est copié dans la trame LBR avec les exceptions suivantes:

- les adresses MAC d'origine et de destination sont inversées;
- le champ OpCode passe de LBM à LBR.

Par ailleurs, quand une extrémité MEP réceptrice est configurée pour un essai de diagnostic hors service, elle produit également des trames de verrouillage LCK, comme décrit dans le § 7.6, au niveau de groupe MEG de client et dans le sens opposé à celui de l'émission des trames LBR.

7.2.1.3 Réception de trames LBR

Quand une extrémité MEP configurée pour la vérification de connexité reçoit une trame LBR qui lui est adressée avec le même niveau de groupe MEG que le sien propre, avec un identificateur de transaction attendu et dans un délai de 5 secondes après émission de la trame LBM unidiffusée, cette trame LBR est valide. Sinon, la trame LBR qui lui est adressée est non valide et est rejetée.

Quand une extrémité MEP configurée pour un essai de diagnostic reçoit une trame LBR qui lui est adressée avec le même niveau de groupe MEG que le sien propre, cette trame LBR est valide. Le récepteur du signal d'essai associé à l'extrémité MEP peut également valider le numéro de séquence reçu en fonction des numéros de séquence attendus.

Si un point MIP reçoit une trame LBR qui lui est adressée, une telle trame LBR est non valide et ce point MIP devrait la rejeter.

7.2.2 Bouclage Ethernet à multidiffusion

La fonction de bouclage Ethernet à multidiffusion sert à vérifier la connexité dans les deux sens d'une extrémité MEP avec ses extrémités MEP homologues. Le bouclage Ethernet à multidiffusion est une fonction OAM manuelle. Quand une fonction de bouclage Ethernet à multidiffusion est invoquée dans une extrémité MEP, celle-ci renvoie à l'initiateur du bouclage Ethernet à multidiffusion une liste de ses extrémités MEP homologues avec lesquelles la connexité dans les deux sens est détectée.

Quand la fonction de bouclage Ethernet à multidiffusion est invoquée dans une extrémité MEP, une trame à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB est envoyée par une extrémité MEP aux autres extrémités MEP homologues dans le même groupe MEG. L'extrémité MEP s'attend à recevoir une trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB en provenance de ses extrémités MEP homologues dans un délai spécifié. Dès réception d'une trame à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB, les extrémités MEP réceptrices valident la trame à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB et émettent une trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB après un délai aléatoire compris entre 0 et 1 seconde.

Les informations de configuration spécifiquement requises par chaque extrémité MEP afin de prendre en charge le bouclage Ethernet à multidiffusion sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- priorité – identifie la priorité des trames à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB;
- admissibilité au rejet – les trames à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Un point MIP est transparent aux trames à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB et n'a donc besoin d'aucune information afin de prendre en charge le bouclage Ethernet à multidiffusion.

L'unité PDU d'exploitation et de maintenance servant à transporter les informations de requête de bouclage Ethernet à multidiffusion est le message LBM, comme décrit dans le § 9.3. L'unité PDU d'exploitation et de maintenance servant à la réponse ETH-LB est le message LBR, comme décrit dans le § 9.4. Les trames à multidiffusion transportant l'unité PDU de message LBM sont appelées *trames LBM à multidiffusion*.

7.2.2.1 Emission de trames LBM à multidiffusion

Les trames LBM à multidiffusion sont émises par une extrémité MEP à la demande. Après émission de la trame LBM à multidiffusion avec un identificateur spécifique de transaction, l'extrémité MEP s'attend à recevoir des trames LBR dans un délai de 5 secondes. L'identificateur de transaction émis est donc conservé pendant au moins 5 secondes après l'émission de la trame LBM à multidiffusion. Un identificateur de transaction différent doit être utilisé pour chaque trame LBM à multidiffusion et aucun identificateur de transaction issu de la même extrémité MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

7.2.2.2 Réception de trames LBM à multidiffusion et émission de trames LBR à multidiffusion

Chaque fois qu'une trame LBM à multidiffusion valide est reçue par une extrémité MEP, une trame LBR est produite et émise vers l'extrémité MEP requérante après un délai aléatoire compris entre 0 et 1 seconde. La validité de la trame LBM à multidiffusion est déterminée d'après le niveau correct de groupe MEG.

Chaque champ contenu dans la trame LBM à multidiffusion est copié dans la trame LBR avec les exceptions suivantes:

- l'adresse MAC d'origine dans la trame LBR est l'adresse MAC unidiffusée de l'extrémité MEP répondante. L'adresse MAC de destination dans la trame LBR est copiée à partir de l'adresse MAC d'origine de la trame LBM à multidiffusion, qui devrait être une adresse unidiffusée;
- le champ OpCode passe de LBM à LBR.

7.2.2.3 Réception de trames LBR

Quand une trame LBR est reçue par une extrémité MEP avec un identificateur de transaction attendu et dans un délai de 5 secondes à compter de l'émission de la trame LBM à multidiffusion, la trame LBR est valide. Si une extrémité MEP reçoit une trame LBR avec un identificateur de transaction qui n'est pas dans la liste – tenue à jour par l'extrémité MEP – des identificateurs de transaction émis, la trame LBR est non valide et est rejetée.

Si un point MIP reçoit une trame LBR qui lui est adressée, une telle trame LBR est non valide et ce point MIP devrait la rejeter.

7.3 Trace de liaison Ethernet (ETH-LT)

La fonction de trace de liaison Ethernet (ETH-LT) est une fonction OAM manuelle qui peut être utilisée aux deux fins suivantes:

- recherche de relation de contiguïté – la fonction ETH-LT peut servir à rechercher une relation de contiguïté entre une extrémité MEP et un point MEP ou MIP distant. Le résultat de l'exécution de la fonction ETH-LT est une séquence de points MIP allant de l'extrémité MEP d'origine jusqu'au point MIP ou MEP cible. Chaque point MIP et/ou MEP est identifié par son adresse MAC;
- localisation des dérangements – la fonction ETH-LT peut être utilisée pour la localisation des dérangements. Quand un dérangement (p. ex. une défaillance de liaison et/ou de dispositif) ou une boucle dans le plan de réexpédition se produit, la séquence de points MIP et/ou MEP sera sans doute différente de celle qui est attendue. La différence entre les séquences fournit des informations sur la localisation des dérangements.

Les informations de requête ETH-LT sont lancées dans une extrémité MEP à la demande. Après émission d'une trame contenant des informations de requête ETH-LT, l'extrémité MEP s'attend à recevoir des trames avec des informations de réponse ETH-LT dans un délai spécifié. Les points MIP et MEP recevant la trame avec les informations de requête ETH-LT répondent sélectivement par des trames contenant des informations de réponse ETH-LT.

Un point MIP ou MEP ne répond par une trame avec informations de réponse ETH-LT, dès réception d'une trame valide avec informations de requête ETH-LT, que si:

- l'élément de réseau où le point MIP ou MEP réside est informé de l'adresse MAC cible contenue dans les informations de requête ETH-LT et les associe à un unique port de sortie, celui-ci n'étant pas le même que celui par lequel la trame contenant les informations de requête ETH-LT a été reçue; OU
- l'adresse MAC cible est la même que la propre adresse MAC du point MIP ou MEP.

Un point MIP peut également relayer la trame contenant des informations de requête ETH-LT, comme décrit dans le § 7.3.2.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge les trames ETH-LT sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations de requête ETH-LT;

- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-LT sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet;
- adresse MAC cible (habituellement celle de points MIP ou MEP du groupe MEG, mais sans exclusive) à laquelle la fonction ETH-LT est destinée.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MIP afin de prendre en charge les trames ETH-LT sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MIP se trouve.

L'unité PDU utilisée pour les informations de requête ETH-LT est le message LTM, comme décrit dans le § 9.5. L'unité PDU utilisée pour les informations de réponse ETH-LT est la réponse LTR, comme décrit dans le § 9.6. Les trames transportant l'unité PDU de message LTM sont appelées *trames de message LTM*. Les trames transportant l'unité PDU de réponse LTR sont appelées *trames de réponse LTR*.

NOTE 1 – Comme chaque élément de réseau, contenant les points MIP ou MEP, a besoin d'être informé de l'adresse MAC cible contenue dans la trame LTM reçue et qu'il les associe à un unique port de sortie afin que le point MIP ou MEP réponde, un bouclage Ethernet unidiffusé vers l'adresse MAC cible pourrait être effectué par une extrémité MEP avant l'émission de la trame LTM. Cela garantirait que les éléments de réseau situés sur le chemin vers l'adresse MAC cible disposeraient d'informations sur l'itinéraire vers l'adresse MAC cible si celle-ci est atteignable dans le même groupe MEG.

NOTE 2 – En situation de défaillance, les informations sur l'itinéraire vers l'adresse MAC cible peuvent devenir périmées après un certain temps. La fonction ETH-LT doit être effectuée avant que cette péremption se produise, afin d'offrir des informations sur l'itinéraire.

7.3.1 Emission de message LTM

Une trame (de message) LTM est émise par une extrémité MEP à la demande. Si l'extrémité MEP réside dans un port d'entrée, la trame LTM est réexpédiée soit vers un unique port de sortie si celui-ci peut être associé à l'adresse MAC cible dans la trame LTM, ou vers tous les ports de sortie associés au groupe MEG si un unique port de sortie ne peut pas être associé à l'adresse MAC cible. Cependant, si l'extrémité MEP réside dans un port de sortie, la trame LTM est émise à partir de ce port de sortie.

NOTE – Si les ports de sortie ne contiennent pas de point MIP au même niveau de groupe MEG que la trame LTM, celle-ci peut être réexpédiée vers tous les ports de sortie associés au groupe MEG même si l'adresse MAC cible est connue dans l'élément de réseau.

Après émission de la trame LTM avec un numéro de transaction spécifique, l'extrémité MEP s'attend à recevoir des trames de réponse LTR dans un délai de 5 secondes. Le numéro de transaction de chaque trame (de message) LTM émise est donc conservé pendant au moins 5 secondes après l'émission de cette trame LTM. Un numéro de transaction différent doit être utilisé pour chaque trame (de message) LTM et aucun numéro de transaction issu de la même extrémité MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

7.3.2 Réception de message LTM, réexpédition et émission de réponse LTR

Si une trame (de message) LTM est reçue par un point MEP ou MIP, la validation suivante est effectuée:

- seules les trames de message LTM ayant le même niveau de groupe MEG que celui du point MEP ou MIP récepteur sont validées.
- ensuite, la valeur du champ TTL de la trame (de message) LTM est vérifiée. Si la valeur du champ TTL est 0, la trame LTM est rejetée. (Une valeur 0 du champ TTL est non valide.)

Si la trame LTM est valide, un point MIP récepteur à un port d'entrée effectue ce qui suit:

- il détermine l'adresse de destination pour la trame LTR à partir de l'adresse MAC d'origine contenue dans la trame LTM reçue;

- si l'élément de réseau est informé de l'adresse MAC cible contenue dans la trame LTM et l'associe à un unique port de sortie, celui-ci n'étant pas le même que le port d'entrée, ou si la trame LTM aboutit à ce point MIP (quand l'adresse MAC cible est la propre adresse MAC du point MIP), une trame LTR est renvoyée à l'extrémité MEP d'origine après un intervalle aléatoire compris entre 0 et 1 seconde;
- par ailleurs, si la condition ci-dessus s'applique et que l'adresse MAC cible ne soit pas la même que la propre adresse du point MIP et que le champ TTL contenu dans la trame (de message) LTM soit supérieur à 1, la trame LTM est réexpédiée vers l'unique port de sortie. Tous les champs de la trame relayée de message LTM sont les mêmes que ceux de la trame initiale de message LTM sauf le champ TTL qui est décrémenté de 1 et l'adresse d'origine devient la propre adresse MAC du point MIP.
- sinon la trame LTM est relayée sans modification vers tous les ports de sortie associés au groupe MEG sauf celui où elle a été reçue.

NOTE 1 – Si les ports de sortie ne contiennent pas de point MIP au même niveau de groupe MEG que la trame LTM, celle-ci peut être réexpédiée vers tous les ports de sortie associés au groupe MEG, même si l'adresse MAC cible est connue dans l'élément de réseau.

Si la trame LTM est valide, un point MIP récepteur à un port de sortie effectue ce qui suit:

- il détermine l'adresse de destination pour la trame LTR à partir de l'adresse MAC d'origine contenue dans la trame LTM reçue;
- si l'élément de réseau est informé de l'adresse MAC cible contenue dans la trame LTM et l'associe au même port de sortie que celui dans lequel le point MIP réside, ou si la trame LTM aboutit à ce point MIP (quand l'adresse MAC cible est la propre adresse MAC du point MIP), une trame LTR est renvoyée à l'extrémité MEP d'origine après un intervalle aléatoire compris entre 0 et 1 seconde;
- par ailleurs, si la condition ci-dessus s'applique et que l'adresse MAC cible ne soit pas la même que la propre adresse du point MIP et que le champ TTL contenu dans la trame (de message) LTM soit supérieur à 1, la trame LTM est relayée après modification à partir du port de sortie. Tous les champs de la trame relayée (de message) LTM sont les mêmes que ceux de la trame initiale (de message) LTM sauf pour le champ TTL qui est décrémenté de 1; et l'adresse d'origine devient la propre adresse MAC du point MIP;
- si l'élément de réseau est informé de l'adresse MAC cible contenue dans la trame LTM et l'associe à un autre port de sortie, la trame LTM est rejetée;
- sinon, la trame LTM est relayée sans modification à partir du port de sortie.

NOTE 2 – Un élément de réseau peut réexpédier des trames de données sans acquérir les adresses MAC, p. ex. l'acquisition d'adresse MAC peut être désactivée dans un réseau VLAN point à point d'un élément de réseau. Les points MIP résidant dans de tels éléments de réseau sont tenus de ne pas envoyer les trames de réponse LTR. Sinon, en effet, quand une trame (de message) LTM est réexpédiée vers de multiples branches avec de tels points MIP dans un groupe MEG multipoint, l'extrémité MEP émettant la trame LTM peut recevoir de multiples trames de réponse LTR à partir de multiples branches de ce groupe MEG multipoint, rendant ainsi les informations de contiguïté incompréhensibles.

De même, si la trame LTM est valide, une extrémité MEP réceptrice effectue ce qui suit:

- elle détermine l'adresse de destination pour la trame LTR à partir de l'adresse MAC d'origine contenue dans la trame LTM reçue.
- si des trames de données envoyées à la même adresse que l'adresse MAC cible contenue dans la trame LTM traversent l'élément de réseau et quittent un unique port de sortie ou aboutissent à l'extrémité MEP (quand l'adresse MAC cible est la propre adresse MAC de cette extrémité MEP), une trame LTR est envoyée à l'extrémité MEP d'origine après un intervalle aléatoire compris entre 0 et 1 seconde.
- une extrémité MEP ne relaie jamais des trames de message LTM.

7.3.3 Réception de réponse LTR

Quand une trame LTR est reçue par une extrémité MEP avec un numéro de transaction attendu et dans un délai de 5 secondes à compter de l'émission de la trame LTM, la trame LTR est valide. Si une extrémité MEP reçoit une trame LTR avec un numéro de transaction qui n'est pas dans la liste des numéros de transaction émis, tenue à jour par l'extrémité MEP, cette trame LTR est non valide.

Si un point MIP reçoit une trame LTR qui lui est adressée, une telle trame LTR est non valide et le point MIP devrait la rejeter.

7.4 Signal d'indication d'alarme Ethernet (ETH-AIS)

La fonction de signal d'indication d'alarme Ethernet (ETH-AIS) sert à supprimer les alarmes faisant suite à la détection d'états de défaut dans la (sous-) couche de serveur distant. En raison de l'indépendance des capacités de rétablissement fournies dans les environnements à protocole d'interconnexion arborescente (STP, *spanning tree protocol*), la fonction ETH-AIS n'est pas censée être appliquée dans ces environnements.

L'émission de trames contenant des informations ETH-AIS peut être activée ou désactivée dans une extrémité MEP (normale ou jouant le rôle de serveur distant).

Les trames contenant des informations ETH-AIS peuvent être émises par une extrémité MEP au niveau d'un groupe MEG de client, y compris par une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant, en cas de détection d'états de défaut. Par exemple, les états de défaut peuvent comprendre:

- des conditions de panne de signal dans le cas où la fonction ETH-CC est activée;
- un état de signal AIS ou de verrouillage LCK dans le cas où la fonction ETH-CC est désactivée.

NOTE – Etant donné qu'une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant n'exécute pas la fonction ETH-CC, une telle extrémité peut émettre des trames contenant des informations ETH-AIS dès la détection d'un éventuel état de panne de signal.

Afin d'assurer la connexité multipoint dans la couche ETH, une extrémité MEP ne peut pas déterminer l'entité spécifique de (sous-) couche de serveur distant qui a rencontré des états de défaut dès réception d'une trame avec informations ETH-AIS. Ce qui est plus important est le fait qu'elle ne peut pas déterminer le sous-ensemble associé de ses extrémités MEP homologues pour lequel elle devrait supprimer des alarmes car les informations ETH-AIS reçues ne contiennent pas ces informations. Donc, dès réception d'une trame avec informations ETH-AIS, l'extrémité MEP va supprimer les alarmes pour toutes les extrémités MEP homologues, qu'il y ait encore une connexité ou non.

Cependant, pour une connexion point à point dans la couche ETH, une extrémité MEP ne possède qu'une unique extrémité MEP homologue. Il n'y a donc aucune ambiguïté concernant l'extrémité MEP homologue pour laquelle elle devrait supprimer des alarmes quand elle reçoit les informations ETH-AIS.

Seule l'extrémité MEP, y compris une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant, est configurée de façon à émettre des trames avec informations ETH-AIS. En cas de détection d'un état de défaut, l'extrémité MEP peut immédiatement commencer l'émission de trames périodiques contenant des informations ETH-AIS à un niveau configuré de groupe MEG de client. Une extrémité MEP continue d'émettre des trames périodiques contenant des informations ETH-AIS jusqu'à ce que l'état de défaut soit supprimé. Dès réception d'une trame contenant des informations ETH-AIS, une extrémité MEP détecte l'état de signal AIS et supprime les alarmes de perte de continuité associées à toutes ses extrémités MEP homologues. Une extrémité MEP reprend la production d'alarmes de perte de continuité en cas de détection d'états de défaut par perte de continuité en l'absence d'état de signal AIS.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge l'émission de trames ETH-AIS sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG de client – celui auquel se trouvent les points MIP et MEP de la plus proche couche de client;
- période d'émission de trames ETH-AIS – ces informations déterminent la périodicité d'émission de trames avec informations ETH-AIS;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-AIS;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-AIS sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge la réception des trames ETH-AIS sont les suivantes:

- niveau local de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent aux trames contenant des informations ETH-AIS et n'a donc besoin d'aucune information afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-AIS.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-AIS est AIS, comme décrit dans le § 9.7. Les trames transportant l'unité PDU AIS sont appelées *trames de signal AIS*.

7.4.1 Emission de signal AIS

Une extrémité MEP, en cas de détection d'un état de défaut, peut émettre des trames de signal AIS dans le sens opposé à sa ou à ses extrémités MEP homologues. La périodicité de l'émission des trames de signal AIS est fondée sur la période d'émission de ce signal. Une période d'émission du signal AIS de 1 seconde est recommandée. La première trame AIS doit toujours être émise immédiatement après la détection d'un état de défaut.

La (sous-) couche client peut se composer de multiples groupes MEG qui devraient recevoir une notification de suppression d'alarmes résultant d'états de défaut détectés par l'extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant. L'extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant, en cas de détection de l'état de panne de signal, a besoin d'envoyer des trames de signal AIS à chacun de ces groupes MEG de (sous-) couche client. Dans de tels cas, la première trame AIS pour tous les groupes MEG de (sous-) couche client doit être émise dans le délai de 1 seconde à partir de l'état de défaut.

NOTE – Afin de prendre en charge les trames ETH-AIS entre équipements installés qui peuvent être soumis à des contraintes lors de l'émission à chaque seconde de trames de signal AIS dans la totalité des 4094 réseaux VLAN, une autre période d'émission AIS de 1 minute est également prise en charge. Une trame AIS communique la période utilisée d'émission du signal AIS au moyen du champ de période.

7.4.2 Réception de signal AIS

Dès réception d'une trame AIS, une extrémité MEP l'examine afin de garantir que son niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau de groupe MEG. Le champ de période indique la fréquence à laquelle les trames de signal AIS peuvent être attendues. Dès réception d'une trame AIS, l'extrémité MEP détecte l'état de défaut AIS après quoi, si aucune trame de signal AIS n'est reçue dans un intervalle de 3,5 fois la période d'émission du signal AIS, l'extrémité MEP supprime l'état de défaut AIS.

7.5 Indication de défaut distant Ethernet (ETH-RDI)

La fonction d'indication de défaut distant Ethernet (ETH-RDI) peut être utilisée par une extrémité MEP afin de communiquer à ses extrémités MEP homologues le fait qu'un état de défaut a été rencontré. L'indication ETH-RDI n'est utilisée que quand l'émission de trames ETH-CC est activée.

La fonction ETH-RDI a les deux applications suivantes:

- gestion locale des dérangements: l'extrémité MEP réceptrice détecte un état de défaut RDI qui se met en corrélation avec d'autres états de défaut dans cette extrémité MEP et qui peut devenir une cause de dérangement. L'absence de réception d'informations ETH-RDI en provenance d'une unique extrémité MEP indique l'absence de défaut dans l'ensemble du groupe MEG;
- contribution à la surveillance à distance de la performance: cela indique qu'il y a eu un état de défaut à l'extrémité distante, qui est utilisé comme données d'entrée dans le processus de surveillance de la performance.

Une extrémité MEP qui est en état de défaut émet des trames avec informations d'indication ETH-RDI. Dès réception de trames avec informations d'indication ETH-RDI, une extrémité MEP détermine que son extrémité MEP homologue a rencontré un état de défaut. Cependant, afin d'assurer la connexité multipoint dans la couche ETH, une extrémité MEP, dès réception de trames avec informations d'indication ETH-RDI, ne peut pas déterminer le sous-ensemble associé de ses extrémités MEP homologues avec lequel l'extrémité MEP émettant des informations RDI rencontre des états de défaut, car l'extrémité MEP émettrice proprement dite ne dispose pas toujours de ces informations.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge la fonction ETH-RDI sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- période d'émission des trames ETH-RDI – dépend de l'application et est configurée de façon à être la même que la période d'émission des trames ETH-CC;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations d'indication ETH-RDI. La priorité est la même que celle des trames ETH-CC;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations d'indication ETH-RDI sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Un point MIP est transparent aux trames avec informations d'indication ETH-RDI et n'a donc besoin d'aucune information de configuration afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-RDI.

L'unité PDU utilisée pour le transport des informations d'indication ETH-RDI est le message CCM, comme décrit dans le § 9.2.

7.5.1 Message CCM avec émission de signal ETH-RDI

Une extrémité MEP, en cas de détection d'un état de défaut avec son extrémité MEP homologue, active le champ d'indication RDI contenu dans les trames de message CCM pendant la durée de l'état de défaut. Les trames de message CCM, comme décrit dans le § 7.1.1, sont émises périodiquement d'après la période d'émission du message CCM, quand l'extrémité MEP est activée pour l'émission de trames de message CCM. Quand l'état de défaut disparaît, l'extrémité MEP supprime, dans ses émissions subséquentes, le champ RDI contenu dans les trames de message CCM.

7.5.2 Message CCM avec réception de signal ETH-RDI

Dès réception d'une trame de message CCM, une extrémité MEP l'examine afin de garantir que son niveau de groupe MEG correspond à son niveau configuré de groupe MEG et détecte un état d'indication RDI si le champ RDI est activé. Pour une connexion point à point dans la couche ETH, une extrémité MEP peut supprimer l'état d'indication RDI quand elle reçoit la première trame de message CCM à partir de son extrémité MEP homologue avec le champ RDI supprimé. Afin d'assurer la connexité multipoint dans la couche ETH, une extrémité MEP peut supprimer l'état d'indication RDI quand elle reçoit les trames de message CCM issues de sa liste entière d'extrémités MEP homologues avec le champ RDI supprimé.

7.6 Signal verrouillé Ethernet (ETH-LCK)

La fonction de signal verrouillé Ethernet (ETH-LCK) sert à communiquer le verrouillage administratif d'une extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant et l'interruption subséquente de la réexpédition du trafic de données vers l'extrémité MEP qui s'attend à recevoir ce trafic. Elle permet à une extrémité MEP, réceptrice de trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK, de différencier un état de défaut et une action de verrouillage administratif dans l'extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant. Un exemple d'application qui nécessiterait un verrouillage administratif d'une extrémité MEP est l'essai ETH-Test hors service, décrit dans le § 7.7.

Une extrémité MEP continue d'émettre des trames périodiques contenant des informations de verrouillage ETH-LCK au niveau configuré de groupe MEG de client jusqu'à ce que la situation administrative/diagnostique soit supprimée.

Une extrémité MEP extrait des trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK à son propre niveau de groupe MEG et détecte un état de verrouillage LCK qui contribue à l'état de panne de signal de l'extrémité MEP. L'état de panne de signal peut se traduire par l'émission de trames de signal AIS vers ses extrémités MEP clientes.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge l'émission des trames ETH-LCK sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG de client – celui auquel se trouvent les points MIP et MEP de la plus proche couche client;
- période d'émission de trames ETH-LCK – détermine la périodicité d'émission de trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK;
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge la réception des trames ETH-LCK sont les suivantes:

- niveau local de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent aux trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK et n'a donc besoin d'aucune information afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-LCK.

L'unité PDU utilisée pour les informations de verrouillage ETH-LCK est LCK, comme décrit dans le § 9.8. Les trames transportant l'unité PDU LCK sont appelées *trames de verrouillage LCK*.

7.6.1 Emission du message LCK

Une extrémité MEP verrouillée administrativement émet des trames de verrouillage LCK dans le sens opposé à sa ou à ses extrémités MEP homologues. La périodicité de l'émission des trames de verrouillage LCK est fondée sur la période d'émission des trames LCK, qui est la même que la période d'émission du signal AIS. La première trame LCK doit toujours être émise immédiatement après l'action administrative/diagnostique.

La (sous-) couche client peut se composer de multiples groupes MEG qui devraient recevoir une notification de suppression des alarmes résultant d'une configuration intentionnelle concernant la maintenance/le diagnostic à l'extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant. Celle-ci, lorsqu'elle est verrouillée administrativement, a besoin d'envoyer des trames de verrouillage LCK à chacun de ses groupes MEG de (sous-) couche client. Dans de tels cas, la première trame LCK pour tous les groupes MEG de (sous-) couche client doit être émise dans le délai de 1 seconde à partir de l'état de défaut.

7.6.2 Réception du message LCK

Dès réception d'une trame LCK, une extrémité MEP l'examine afin de garantir que son niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau configuré. Le champ de période indique la périodicité à laquelle des trames de verrouillage LCK peuvent être attendues. Dès réception d'une trame LCK, l'extrémité MEP détecte un état de verrouillage LCK après quoi, si aucune des trames de verrouillage LCK n'est reçue dans un intervalle de 3,5 fois la période d'émission de trames LCK, l'extrémité MEP supprime l'état de verrouillage LCK.

7.7 Signal d'essai Ethernet (ETH-Test)

La fonction de signal d'essai Ethernet (ETH-Test) sert à exécuter des essais de diagnostic à la demande dans un seul sens, en service ou hors service. Cela inclut la vérification du débit utile dans la bande passante, la perte de trames, les erreurs sur les bits, etc.

Quand elle est configurée de façon à exécuter de tels essais, une extrémité MEP insère des trames avec informations ETH-Test avec des séquences spécifiées de débit utile, de longueur de trame et d'émission de trames.

Quand la fonction d'essai ETH-Test hors service est effectuée, le trafic de données clientes est interrompu dans l'entité diagnostiquée. L'extrémité MEP configurée pour l'essai hors service émet des trames de verrouillage LCK, comme décrit dans le § 7.6, dans la plus proche (sous-) couche client.

Quand une fonction d'essai ETH-Test en service est effectuée, le trafic de données n'est pas interrompu et les trames avec informations ETH-Test sont émises de façon qu'une partie limitée de la bande de service soit utilisée. Ce débit d'émission de trames avec informations ETH-Test est prédéterminé pour cette fonction d'essai ETH-Test en service.

NOTE 1 – Le débit maximal auquel les trames avec informations ETH-Test peuvent être envoyées sans influencer défavorablement le trafic de données pour un essai ETH-Test en service est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Il peut faire l'objet d'un accord mutuel entre l'utilisateur de la fonction ETH-Test et l'utilisateur du service.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge les trames ETH-Test sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée de l'extrémité MEP homologue à laquelle l'essai ETH-Test est destiné;
- données – élément facultatif dont la longueur et le contenu sont configurables à l'extrémité MEP. Le contenu peut être une séquence d'essai et une somme de contrôle facultative. Exemples de séquences d'essai; séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8/O.150, suite de zéros, etc. A l'extrémité MEP émettrice, une configuration est requise pour un générateur de signaux d'essai qui est associé à l'extrémité MEP. A l'extrémité MEP réceptrice, une configuration est requise pour un détecteur de signaux d'essai qui est associé à l'extrémité MEP;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-Test;
- admissibilité au rejet – identifie l'admissibilité au rejet des trames avec informations ETH-Test quand des conditions d'encombrement sont rencontrées.

NOTE 2 – Des éléments additionnels d'informations de configuration peuvent être requis, comme la vitesse de transmission des informations ETH-Test, l'intervalle total de la fonction ETH-Test, etc. Ces éléments additionnels d'informations de configuration sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Un point MIP est transparent aux trames avec informations ETH-Test et n'a donc besoin d'aucune information de configuration afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-Test.

Une extrémité MEP insère des trames avec informations ETH-Test dans une extrémité MEP homologue considérée comme cible. L'extrémité MEP réceptrice détecte ces trames avec informations ETH-Test et effectue les mesurages prévus.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-Test est l'unité TST, comme décrit dans le § 9.9. Les trames transportant l'unité PDU d'essai TST sont appelées *trames d'essai TST*.

7.7.1 Emission du message TST

Un générateur de signaux d'essai associé à une extrémité MEP peut émettre des trames d'essai TST aussi souvent qu'il a été configuré à cette fin. Chaque trame TST est émise avec un numéro de séquence spécifique. Un numéro de séquence différent doit être utilisé pour chaque trame TST et aucun numéro de séquence issu de la même extrémité MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

Quand une extrémité MEP est configurée pour un essai hors service, cette extrémité MEP produit également des trames de verrouillage LCK au niveau de groupe MEG de client immédiat, dans le sens où les trames d'essai TST sont émises.

7.7.2 Réception du message TST

Quand une extrémité MEP reçoit des trames d'essai TST, elle les examine afin de s'assurer que le niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau configuré. Si l'extrémité MEP réceptrice est configurée pour la fonction ETH-TST, le détecteur de signaux d'essai associé à cette extrémité MEP détecte les erreurs sur les bits à partir de la séquence binaire pseudo-aléatoire des trames d'essai TST reçues et signale de telles erreurs. Par ailleurs, quand l'extrémité MEP réceptrice est configurée pour un essai hors service, elle produit également des trames de verrouillage LCK au niveau de groupe MEG de client dans le sens où les trames d'essai TST sont reçues.

7.8 Commutation de protection automatique Ethernet (ETH-APS)

La fonction de commutation de protection automatique Ethernet (ETH-APS, *Ethernet automatic protection switching function*) sert à commander des opérations de commutation de protection afin de renforcer la fiabilité. Les détails spécifiques des opérations de commutation de protection sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Le type de trame OAM utilisé pour la fonction ETH-APS est la trame APS, comme décrit dans le § 9.10.

Les applications des mécanismes ETH-APS sont définies dans la Rec. UIT-T G.8031/Y.1342.

7.9 Canal de communication de maintenance Ethernet (ETH-MCC)

La fonction de canal de communication de maintenance Ethernet (ETH-MCC, *Ethernet maintenance communication channel function*) fournit un canal de communication de maintenance entre une paire d'extrémités MEP. La fonction ETH-MCC peut servir à exécuter une gestion à distance. L'utilisation spécifique de la fonction ETH-MCC est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Une extrémité MEP peut envoyer une trame avec informations ETH-MCC à son extrémité MEP homologue avec demande de télémaintenance, réponse de télémaintenance, notification etc.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge les trames ETH-MCC sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée de l'extrémité MEP distante à laquelle les informations ETH-MCC sont destinées;

- OUI – identificateur unique d'organisation utilisé pour identifier l'organisation définissant un format et une interprétation spécifiques de la fonction ETH-MCC;
- données – informations additionnelles qui peuvent être requises et qui dépendent de l'application spécifique de la fonction ETH-MCC. Les informations propres à l'application sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-MCC;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-MCC sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Une extrémité MEP distante, dès réception d'une trame avec informations ETH-MCC et avec niveau correct de groupe MEG, transmet les informations ETH-MCC à l'agent de gestion qui peut également y répondre.

Un point MIP est transparent aux trames avec informations ETH-MCC et n'a donc besoin d'aucune information de configuration afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-MCC.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-MCC est l'unité de canal MCC, comme décrit dans le § 9.11. Les trames transportant l'unité PDU de canal MCC sont appelées *trames de canal MCC*.

7.10 Signal OAM expérimental Ethernet (ETH-EXP)

Le signal ETH-EXP sert à la fonctionnalité OAM expérimentale qui peut être utilisée dans un domaine administratif à titre temporaire. L'interopérabilité de cette fonctionnalité OAM expérimentale n'est pas attendue entre différents domaines administratifs.

L'application spécifique de la fonction ETH-EXP est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

L'unité PDU de message EXM décrite dans le § 9.17 et l'unité PDU de réponse EXR décrite dans le § 9.18 peuvent être utilisées pour le signal OAM expérimental. Les mécanismes détaillés des signaux OAM expérimentaux sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

7.11 Signal OAM propre à un vendeur Ethernet (ETH-VSP)

Le signal ETH-VSP sert à une fonctionnalité OAM propre au vendeur, qui peut être utilisée par celui-ci dans son équipement. L'interopérabilité de la fonctionnalité OAM propre au vendeur n'est pas attendue entre équipements issus de vendeurs différents.

L'application spécifique de la fonction ETH-VSP est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

L'unité PDU de message VSM décrite dans le § 9.19 et l'unité PDU de réponse VSR décrite dans le § 9.20 peuvent être utilisées pour les signaux OAM propres à des vendeurs. Les mécanismes détaillés des signaux OAM propres à des vendeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

8 Fonctions OAM pour la surveillance de la performance

Les fonctions OAM pour la surveillance de la performance permettent de mesurer différents paramètres de performance définis pour les connexions point à point dans la couche ETH. Les paramètres et les fonctions de performance permettant d'assurer la connexité multipoint dans la couche ETH feront l'objet d'une étude complémentaire.

La présente Recommandation traite les paramètres de performance ci-après, qui sont fondés sur la norme du Forum MEF 10.

- **Taux de perte de trames**

Le taux de perte de trames est défini comme étant le rapport, exprimé en pourcentage, du nombre de trames de service non acheminées divisé par le nombre total de trames de service pendant l'intervalle de temps T, où le nombre de trames de service non acheminées est la différence entre le nombre de trames de service arrivant au point d'entrée de flux ETH et le nombre de trames de service acheminées au point de sortie de flux ETH d'une connexion point à point dans la couche ETH.

- **Délai de trame**

Le délai de trame peut être spécifié comme étant le temps de propagation aller-retour d'une trame, ce temps étant défini comme étant la durée écoulée depuis le début de l'émission du premier bit de la trame par un nœud d'origine jusqu'à la réception du dernier bit de la trame envoyée en boucle par ce nœud d'origine, quand le renvoi en boucle est effectué au nœud d'arrivée de cette trame.

- **Variation du délai de trame**

La variation du délai de trame est une mesure des variations du délai de trame entre une paire de trames de service, où les trames de service appartiennent à la même instance de classe de service (CoS) dans une connexion point à point de la couche ETH.

Les paramètres de performance sont applicables aux trames de service, dont la nature est d'être conformes à un niveau convenu de conformité du profil de largeur de bande. Les trames de service sont admises au point d'entrée de flux ETH d'une connexion point à point dans la couche ETH et devraient être acheminées au point de sortie de flux ETH. La spécification de la conformité du profil de largeur de bande est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Par ailleurs, un autre paramètre de performance est identifié conformément à RFC 2544:

- **Débit utile**

Le débit utile est défini comme étant le débit maximal auquel aucune trame n'est abandonnée. Il est normalement mesuré dans les conditions d'essai.

NOTE – La définition de la disponibilité est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Cependant, les mécanismes définis dans la présente Recommandation peuvent contribuer aux mesures associées à la disponibilité.

8.1 Mesure de perte de trame (ETH-LM)

La fonction ETH-LM sert à collecter des valeurs de compteur applicables aux trames de service en entrée et en sortie, où les compteurs conservent un décompte des trames de données émises et reçues entre une paire d'extrémités MEP.

La fonction ETH-LM est assurée par l'envoi de trames avec informations ETH-LM à une extrémité MEP homologue et de même par la réception de trames avec informations ETH-LM à partir de l'extrémité MEP homologue. Chaque extrémité MEP mesure les pertes de trames qui contribuent à la durée d'indisponibilité. Etant donné qu'un service bilatéral est défini comme indisponible si un des deux sens est déclaré indisponible, la fonction ETH-LM doit aider chaque extrémité MEP à exécuter les mesurages local et distant de perte de trames.

Pour une extrémité MEP, la perte locale de trame est associée à l'entrée de trames de données, alors que la perte distante de trame est associée à la sortie de trames de données. Les deux mesures de perte de trames – locale et distante – apportent respectivement des secondes locales gravement erronées (secondes SES locales) et des secondes distantes gravement erronées (secondes SES distantes) qui ensemble contribuent à la durée d'indisponibilité, comme indiqué dans les Recommandations UIT-T G.826 et G.7710/Y.1701.

Une extrémité MEP tient à jour les deux compteurs locaux suivants pour chaque extrémité MEP homologue et pour chaque classe de priorité qui est surveillée dans une entité ME point à point pour laquelle des mesurages de perte doivent être effectués:

- **TxFCI**: compteur de trames de données conformes au profil, émises vers l'extrémité MEP homologue;
- **RxFCI**: compteur de trames de données conformes au profil, reçues de l'extrémité MEP homologue.

Les compteurs TxFCI et RxFCI ne comptent pas les trames OAM émises ou reçues par l'extrémité MEP à son niveau de groupe MEG, mais comptent effectivement les trames OAM issues des niveaux supérieurs de groupe MEG qui traversent les extrémités MEP d'une façon semblable aux trames de données.

La méthode de mesure des pertes mettant en jeu des paires de trames consécutives avec informations ETH-LM, comme représenté dans les § 8.1.1.2 et § 8.1.2.3, pallie le manque de synchronisation entre les valeurs initiales de compteur aux extrémités MEP émettrices et réceptrices. Par ailleurs, quand une extrémité MEP détecte un état de défaut par perte de continuité, elle ignore les mesures de perte pendant cet état de défaut et admet 100% de pertes.

NOTE 1 – Le niveau de précision des mesures de perte dépend de la façon dont les trames avec informations ETH-LM sont ajoutées au flux de données après que les valeurs de compteur ont été copiées dans les informations ETH-LM. Par exemple, si des trames additionnelles de données sont émises et/ou reçues entre l'instant de lecture des valeurs de compteur et l'instant d'adjonction de la trame avec informations ETH-LM au flux de données, les valeurs de compteur copiées dans les informations ETH-LM deviennent inexactes. Cependant, une implémentation à base matérielle, qui est en mesure d'ajouter des trames avec informations ETH-LM au flux de données immédiatement après la lecture des valeurs de compteur, offre une précision renforcée.

NOTE 2 – Les détails concernant le traitement des compteurs utilisés pour les trames de données émises et reçues sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge les trames ETH-LM sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- période d'émission des trames ETH-LM – la période d'émission par défaut est de 100 ms (c'est-à-dire une vitesse de transmission de 10 trames/seconde). La période d'émission des trames ETH-LM devrait être telle que les compteurs de trames et/ou d'octets dont les valeurs sont transportées dans les informations ETH-LM ne puissent pas revenir par débordement à la même valeur même si une ou plusieurs trames ETH-LM sont perdues. Ce problème se pose surtout lors du mesurage de la perte de trames aux niveaux de priorité inférieurs. Voir à l'Appendice III.2 des exemples de périodes de débordement de compteur de trames;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-LM;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-LM sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Un point MIP est transparent aux trames avec informations ETH-LM et n'a donc besoin d'aucune information afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-LM.

La fonction ETH-LM peut être assurée de deux façons:

- mesure ETH-LM bilatérale;
- mesure ETH-LM unilatérale.

8.1.1 Mesure ETH-LM bilatérale

La mesure ETH-LM bilatérale est utilisée comme action OAM préventive pour la surveillance de la performance et est applicable à la gestion des dérangements. Dans ce cas, chaque extrémité MEP envoie périodiquement des trames bilatérales avec informations ETH-LM à son extrémité MEP homologue contenue dans une entité ME point à point afin de faciliter les mesurages de perte de trames à l'extrémité MEP homologue. Chaque extrémité MEP reçoit finalement les trames bilatérales avec informations ETH-LM et effectue les mesurages locaux et distants des pertes. Cette fonction sert à surveiller la performance au même niveau de priorité que pour la fonction ETH-CC.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-LM bilatérales est le message CCM, comme décrit dans le § 9.2.

8.1.1.1 Message CCM avec émission de trames ETH-LM bilatérales

Quand elle est configurée pour le mesurage préventif des pertes, une extrémité MEP émet périodiquement des trames de message CCM avec les éléments d'informations ci-après:

- **TxFcF**: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de la trame de message CCM;
- **RxFcB**: valeur du compteur local RxFCI au moment de la réception de la dernière trame de message CCM issue de l'extrémité MEP homologue;
- **TxFcB**: valeur du compteur TxFCf dans la dernière trame de message CCM reçue de l'extrémité MEP homologue.

L'unité PDU de message CCM est émise avec une valeur de période égale à la période d'émission de message CCM configurée pour l'application de surveillance de la performance à l'extrémité MEP émettrice. L'extrémité MEP réceptrice détecte un état de défaut par période inattendue si la période d'émission de message CCM n'est pas égale à la valeur configurée.

8.1.1.2 Message CCM avec réception de trames ETH-LM bilatérales

Quand elle est configurée pour le mesurage préventif des pertes, une extrémité MEP, dès réception d'une trame de message CCM, utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer le mesurage local et distant des pertes:

- les valeurs reçues des compteurs TxFCf, RxFCb et TxFCb de trames de message CCM et la valeur du compteur local RxFCI à l'instant où cette trame de message CCM a été reçue. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_c], RxFCb[t_c], TxFCb[t_c] et RxFCI[t_c], où t_c est l'instant de réception de la trame actuelle;
- les valeurs précédentes des compteurs TxFCf, RxFCb et TxFCb de trames de message CCM et la valeur du compteur local RxFCI à l'instant où la précédente trame de message CCM a été reçue. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_p], RxFCb[t_p], TxFCb[t_p] et RxFCI[t_p], où t_p est l'instant de réception de la précédente trame.

$$\text{Perte de trame}_{\text{distant}} = |\text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFCb}[t_c] - \text{RxFCb}[t_p]|$$

$$\text{Perte de trame}_{\text{locale}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

Si la valeur du champ de période dans la trame de message CCM reçue est différente de la propre période d'émission de message CCM configurée dans l'extrémité MEP, celle-ci détecte un état de défaut par période inattendue, auquel cas les mesurages de perte de trames ne sont pas effectués.

8.1.2 Mesure ETH-LM unilatérale

La mesure ETH-LM unilatérale sert aux actions OAM manuelles. Dans ce cas, une extrémité MEP envoie des trames avec informations de requête ETH-LM à son extrémité MEP homologue et reçoit des trames avec informations de réponse ETH-LM issues de son extrémité MEP homologue afin d'effectuer des mesurages de perte.

L'unité PDU utilisée pour la requête de mesure ETH-LM unilatérale est le message LMM, comme décrit dans le § 9.12. L'unité PDU utilisée pour la réponse de mesure ETH-LM unilatérale est la réponse LMR, comme décrit dans le § 9.13. Les trames qui transportent l'unité PDU de message LMM sont appelées *trames de message LMM*. Les trames qui transportent l'unité PDU de réponse LMR sont appelées *trames de réponse LMR*.

8.1.2.1 Emission de trames de message LMM

Pour une mesure de perte manuelle, une extrémité MEP émet périodiquement des trames de message LMM avec l'élément d'information ci-après:

- **TxFcf**: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de trame LMM,

8.1.2.2 Réception de trames LMM et émission de trames LMR

Chaque fois qu'une trame LMM valide est reçue par une extrémité MEP, une trame LMR est produite et émise vers l'extrémité MEP requérante. Une trame LMM avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC de l'extrémité MEP réceptrice est considérée comme étant une trame LMM valide. Une trame LMR contient les valeurs ci-après:

- **TxFcf**: valeur de TxFCf copiée à partir de la trame LMM;
- **RxFcf**: valeur du compteur local RxFCI au moment de la réception de la trame LMM;
- **TxFcb**: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de la trame LMR.

8.1.2.3 Réception de trame LMR

Dès réception d'une trame LMR, une extrémité MEP utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer les mesurages locaux et distants de pertes:

- les valeurs reçues des compteurs TxFCf, RxFcf et TxFcb de trames LMR et la valeur du compteur local RxFCI au moment de la réception de cette trame LMR. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_c], RxFcf[t_c], TxFcb[t_c] et RxFCI[t_c], où t_c est l'instant de réception de la trame de réponse actuelle;
- les précédentes valeurs des compteurs TxFCf, RxFcf et TxFcb de trames LMR et la valeur du compteur local RxFCI au moment où la précédente trame LMR a été reçue. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_p], RxFcf[t_p], TxFcb[t_p] et RxFCI[t_p], où t_p est l'instant de réception de la précédente trame de réponse.

$$\text{Perte de trame}_{\text{distance}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFcf}[t_c] - \text{RxFcf}[t_p]|$$

$$\text{Perte de trame}_{\text{locale}} = |\text{TxFcb}[t_c] - \text{TxFcb}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

8.2 Mesure du délai de trame (ETH-DM)

La fonction ETH-DM peut être utilisée pour les actions OAM manuelles afin de mesurer le délai de trame et sa variation. Ces mesurages sont effectués par l'envoi de trames périodiques avec informations ETH-DM à l'extrémité MEP homologue et par la réception de trames avec informations ETH-DM à partir de l'extrémité MEP homologue pendant l'intervalle de diagnostic. Chaque extrémité MEP peut exécuter le mesurage du délai de trame et de sa variation.

Quand une extrémité MEP est activée de façon à produire des trames avec informations ETH-DM, elle envoie périodiquement des trames avec informations ETH-DM à son extrémité MEP homologue dans la même entité ME. Quand une extrémité MEP est activée de façon à produire des trames avec informations ETH-DM, elle s'attend également à recevoir des trames avec informations ETH-DM à partir de son extrémité MEP homologue dans la même entité ME.

Les informations de configuration spécifiquement requises par une extrémité MEP afin de prendre en charge les trames ETH-DM sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel l'extrémité MEP se trouve;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-DM;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-DM sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

NOTE 1 – Des éléments additionnels d'information de configuration peuvent être requis, tels que la vitesse de transmission des informations ETH-DM, l'intervalle total de la fonction ETH-DM, etc. Ces éléments additionnels d'information de configuration sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Un point MIP est transparent aux trames avec informations ETH-DM et n'a donc besoin d'aucune information afin de prendre en charge la fonctionnalité ETH-DM.

Une extrémité MEP émet des trames avec informations ETH-DM avec l'élément d'information ci-après:

- **TxTimeStampf**: marqueur temporel à l'instant d'émission de la trame ETH-DM.

L'extrémité MEP réceptrice peut comparer cette valeur à la valeur RxTimef, qui est le temps à la réception de la trame ETH-DM; elle peut également calculer le délai de trame dans un seul sens comme suit:

$$\text{Frame Delay} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

Cependant, le mesurage dans un seul sens du délai de trame nécessite que les horloges à l'extrémité MEP émettrice et aux extrémités MEP réceptrices soient synchronisées. Aux fins du mesurage de la variation du délai de trame, qui est fondé sur la différence entre mesures successives du délai de trame, l'exigence de synchronisation des horloges peut être atténuée car la période de déphasage peut être éliminée lors de l'opération de différence entre mesures successives du délai de trame.

S'il n'est pas pratique de synchroniser les horloges, ce qui est censé être le scénario le plus courant, le mesurage du délai de trame peut n'être effectué que pour les mesures bilatérales, où l'extrémité MEP émet une trame avec informations de requête ETH-DM contenant la valeur TxTimeStampf et où l'extrémité MEP réceptrice répond par une trame avec informations de réponse ETH-DM contenant la valeur TxTimeStampf copiée à partir des informations de requête ETH-DM. L'extrémité MEP réceptrice de la trame avec informations de réponse ETH-DM compare le marqueur TxTimeStampf à la valeur RxTimeb, qui est le temps à la réception de trame avec informations de réponse ETH-DM et calcule le délai de trame dans les deux sens comme suit:

$$\text{Délai de trame} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

L'extrémité MEP peut également effectuer un mesurage dans les deux sens de la variation du délai de trame en utilisant sa capacité de calculer la différence entre deux mesures successives du délai de trame dans les deux sens.

NOTE 2 – Afin de permettre un mesurage plus précis dans les deux sens du délai de trame, l'extrémité MEP qui répond à une trame avec informations de requête ETH-DM peut également inclure deux marqueurs temporels supplémentaires dans les informations de réponse ETH-DM: RxTimeStampf (marqueur temporel au moment de la réception de trame avec informations de requête ETH-DM) et TxTimeStampb (marqueur temporel au moment de l'émission d'une trame avec informations de réponse ETH-DM).

Le mesurage ETH-DM peut être effectué de deux façons:

- dans un seul sens;
- dans les deux sens.

8.2.1 Mesure ETH-DM dans un seul sens

Dans ce cas, chaque extrémité MEP envoie une trame avec informations de mesure ETH-DM dans un seul sens à son extrémité MEP homologue d'une entité ME point à point afin de faciliter les mesurages dans un seul sens du délai de trame et/ou de sa variation à l'extrémité MEP homologue.

NOTE – Si les horloges entre les deux extrémités MEP sont synchronisées, le mesurage dans un seul sens du délai de trame peut être effectué; sinon, seul le mesurage dans un seul sens de la variation du délai de trame peut être effectué.

L'unité PDU utilisée pour les mesures ETH-DM dans un seul sens est 1DM, comme décrit dans le § 9.14. Les trames qui transportent l'unité PDU de mesure 1DM sont appelées *trames 1DM*.

8.2.1.1 Emission de trames 1DM

Quand elle est configurée pour mesurer le délai dans un seul sens, une extrémité MEP émet périodiquement des trames 1DM avec la valeur temporelle TxTimeStampf.

8.2.1.2 Réception de trames 1DM

Quand elle est configurée pour mesurer le délai dans un seul sens, une extrémité MEP, dès réception d'une trame 1DM, utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer le mesurage dans un seul sens du délai de trame. Cette valeur sert de donnée d'entrée au mesurage dans un seul sens de la variation du délai de trame:

- la valeur TxTimeStampf de trame 1DM;
- RxTimef, qui est le temps à la réception de la trame 1DM.

Délai de trame = RxTimef – TxTimeStampf

8.2.2 Mesure ETH-DM dans les deux sens

Une extrémité MEP envoie des trames avec informations de requête ETH-DM à son extrémité MEP homologue et reçoit des trames avec informations de réponse ETH-DM à partir de son extrémité MEP homologue afin d'effectuer des mesurages dans les deux sens du délai de trame et de sa variation.

L'unité PDU utilisée pour la requête ETH-DM est le message DMM, comme décrit dans le § 9.15. L'unité PDU utilisée pour la réponse ETH-DM est le message DMR, comme décrit dans le § 9.16. Les trames qui transportent l'unité PDU de message DMM sont appelées *trames de message DMM*. Les trames qui transportent l'unité PDU de message DMR sont appelées *trames de réponse DMR*.

8.2.2.1 Emission de trames DMM

Quand elle est configurée pour les mesurages de délai dans les deux sens, une extrémité MEP émet périodiquement des trames de message DMM avec la valeur temporelle TxTimeStampf.

8.2.2.2 Réception de trames DMM et émission de trames DMR

Chaque fois qu'une trame DMM valide est reçue par une extrémité MEP, une trame de réponse DMR est produite et émise vers l'extrémité MEP requérante. Une trame de message DMM avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC de l'extrémité MEP réceptrice est considérée comme étant une trame DMM valide. Chaque champ contenu dans la trame de message DMM est copié dans la trame de réponse DMR, avec les exceptions suivantes:

- les adresses MAC d'origine et de destination sont inversées;
- le champ OpCode passe de DMM à DMR.

NOTE – En option, deux marqueurs temporels additionnels peuvent être utilisés dans la trame DMR afin de tenir compte de l'instant de traitement à l'extrémité MEP distante: RxTimeStampf (marqueur temporel au moment de la réception de la trame DMM) et TxTimeStampb (marqueur temporel au moment de l'émission de la trame DMR).

8.2.2.3 Réception de trame DMR

Dès réception d'une trame de réponse DMR, une extrémité MEP utilise les valeurs ci-après afin de calculer le délai de trame dans les deux sens. Cette valeur sert de données d'entrée pour un mesurage dans les deux sens de la variation du délai de trame:

- valeur TxTimeStampf de la trame DMR;
- RxTimeb – instant de réception de la trame DMR.

$$\text{Délai de trame} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

Si des marqueurs temporels additionnels sont transportés dans la trame DMR, ce qui est déterminé par des valeurs différentes de zéro des champs RxTimeStampf et TxTimeStampb, le délai de trame est calculé comme suit:

$$\text{Délai de trame} = (\text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}) - (\text{TxTimeStampb} - \text{RxTimeStampf})$$

8.3 Mesure de débit utile

Le document RFC 2544 spécifie le mesurage du débit utile par l'envoi de trames à débit croissant (jusqu'au maximum théorique), analyse le pourcentage de trames reçues et rend compte du débit auquel des trames commencent à être abandonnées. En général, ce débit dépend de la longueur de trame.

Les mécanismes spécifiés dans la présente Recommandation, p. ex. bouclage Ethernet unidiffusé (p. ex. trames de messages LBM et LBR avec champ de données) et essais ETH-Test (p. ex. trames d'essai TST avec champ de données) peuvent être utilisés afin d'effectuer les mesurages de débit utile. Une extrémité MEP peut insérer à un certain débit des trames d'essai TST ou de message LBM avec longueur, structure de séquence, etc. configurées de façon à émuler le débit utile et à effectuer des mesurages dans un ou deux sens.

9 Types d'unité PDU d'exploitation et de maintenance

Le présent paragraphe article décrit les éléments d'information et les formats pour différents types d'unité PDU d'exploitation et de maintenance utilisés afin de répondre aux exigences des fonctions OAM décrites dans les précédents § 7 et 8.

NOTE – Quand les valeurs des champs d'unité PDU d'exploitation et de maintenance sont fixes, ces valeurs sont représentées entre parenthèses dans les formats d'unité PDU d'exploitation et de maintenance indiqués dans les paragraphes suivants.

9.1 Éléments communs d'information OAM

Certains éléments d'information sont communs à toutes les unités PDU d'exploitation et de maintenances identifiées dans la présente Recommandation. Ces éléments d'information sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** champ de 3 éléments binaires qui contient une valeur d'entier identifiant le niveau de groupe MEG de l'unité PDU d'exploitation et de maintenance. Cette valeur va de 0 à 7;
- **version:** champ de 5 éléments binaires qui contient une valeur d'entier identifiant la version du protocole OAM. Afin de prendre en charge les fonctions OAM spécifiées dans la présente Recommandation, la valeur du champ de version est toujours 0;

- **OpCode**: champ de 1 octet qui contient un code OpCode identifiant un type d'unité PDU d'exploitation et de maintenance. Le champ OpCode sert à identifier le contenu restant d'une unité PDU d'exploitation et de maintenance. Les valeurs de ce champ d'information sont représentées dans le Tableau 9-1;
- **fanion**: champ de 8 éléments binaires. L'utilisation des bits contenus dans ce champ dépend du type de l'unité PDU d'exploitation et de maintenance;
- **décalage de nuplet TLV**: champ de 1 octet qui contient le décalage par rapport au premier nuplet TLV contenu dans une unité PDU d'exploitation et de maintenance relative au champ de décalage de nuplet TLV. La valeur de ce champ est associée à un type d'unité PDU d'exploitation et de maintenance. Quand le décalage de nuplet TLV est 0, cet élément pointe sur le premier octet faisant suite au décalage du champ de nuplet TLV.

D'autres éléments d'information, qui ne sont pas présents dans l'unité PDU d'exploitation et de maintenances mais qui sont acheminés dans des trames transportant une unité PDU d'exploitation et de maintenance, sont les suivants:

- **priorité**: priorité d'une trame OAM spécifique;
- **admissibilité au rejet**: admissibilité au rejet d'une trame OAM spécifique.

Tableau 9-1/Y.1731 – Valeurs du champ OpCode

Valeur du champ OpCode	Type d'unité PDU d'exploitation et de maintenance	Applicabilité de la valeur OpCode aux points MEP/MIP
OpCodes communs avec la norme IEEE 802.1		
1	CCM	Extrémités MEP
3	LBM	Points MEP et MIP (vérification de connexité)
2	LBR	Points MEP et MIP (vérification de connexité)
5	LTM	Points MEP et MIP
4	LTR	Points MEP et MIP
0, 6-31, 64-255	Réservé (Note 1)	
Valeurs OpCode propres à la présente Recommandation		
33	AIS	Extrémités MEP
35	LCK	Extrémités MEP
37	TST	Extrémités MEP
39	APS	Extrémités MEP
41	MCC	Extrémités MEP
43	LMM	Extrémités MEP
42	LMR	Extrémités MEP
45	IDM	Extrémités MEP
47	DMM	Extrémités MEP
46	DMR	Extrémités MEP

Tableau 9-1/Y.1731 – Valeurs du champ OpCode

Valeur du champ OpCode	Type d'unité PDU d'exploitation et de maintenance	Applicabilité de la valeur OpCode aux points MEP/MIP
49	EXM	Hors du domaine d'application de la présente Recommandation
48	EXR	Hors du domaine d'application de la présente Recommandation
51	VSM	Hors du domaine d'application de la présente Recommandation
50	VSR	Hors du domaine d'application de la présente Recommandation
32,34,36,38,44,52-63	Réservé (Note 2)	
NOTE 1 – Réservé pour définition par l'IEEE 802.1.		
NOTE 2 – Réservé pour future normalisation par l'UIT-T.		

9.1.1 Format commun des unités PDU d'exploitation et de maintenance

Le format commun utilisé dans toutes les unités PDU d'exploitation et de maintenances est représenté dans la Figure 9.1-1.

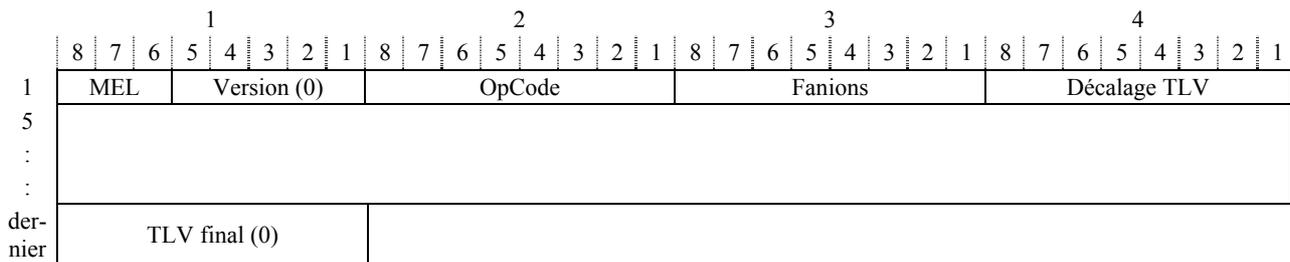


Figure 9.1-1/Y.1731 – Format commun des unités PDU d'exploitation et de maintenance

Le format général des nuplets TLV est représenté dans la Figure 9.1-2. Les valeurs de type sont spécifiées dans le Tableau 9-2.

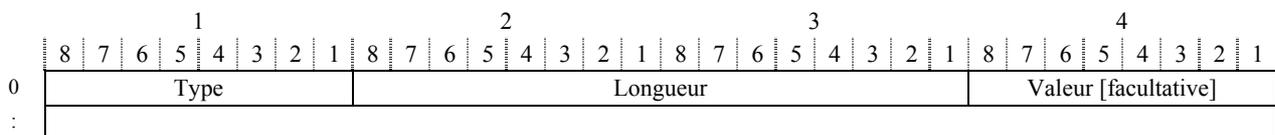


Figure 9.1-2/Y.1731 – Format générique des nuplets TLV

NOTE – Dans un TLV final, Type = 0 et les deux champs de longueur et de valeur ne sont pas utilisés.

Tableau 9-2/Y.1731 – Valeurs de type

Valeur de type	Nom du nuplet TLV
Types communs avec la norme IEEE 802.1	
0	TLV final
3	Nuplet TLV de données
5	TLV d'entrée de réponse
6	TLV de sortie de réponse
2, 4, 7-31, 64-255	Réservé (Note 1)
Types propres à la présente Recommandation	
32	Nuplet TLV d'essai
33-63	Réservé (Note 2)
NOTE 1 – Réservé pour définition par l'IEEE 802.1.	
NOTE 2 – Réservé pour future normalisation par l'UIT-T.	

9.2 Unité PDU de message CCM

Le message CCM sert à prendre en charge la fonction ETH-CC décrite dans le § 7.1, la fonction ETH-RDI décrite dans le § 7.5 et la fonction ETH-LM bilatérale décrite dans le § 8.1.1.

9.2.1 Eléments d'information de message CCM

Les éléments d'information transportés dans le message CCM afin de prendre en charge les trames ETH-CC sont les suivants:

- **période:** élément d'information de 3 éléments binaires transporté dans les trois bits de plus faible poids du champ de fanions. Cet élément contient la valeur de la période d'émission de message CCM configurée à l'origine du message CCM. Les valeurs de période d'un message CCM sont spécifiées dans le Tableau 9-3;
- **identificateur de groupe MEG:** champ de 48 octets qui contient l'identificateur du groupe MEG auquel appartient l'extrémité MEP émettant la trame de message CCM;
- **identificateur d'extrémité MEP:** champ de 2 octets dans lequel les 13 éléments binaires de plus faible poids servent à identifier l'extrémité MEP émettant la trame de message CCM. L'identificateur d'extrémité MEP est unique dans le groupe MEG.

Les éléments d'information transportés dans le message CCM afin de prendre en charge les trames ETH-RDI sont les suivants:

- **RDI:** élément d'information de 1 bit transporté dans le bit de plus fort poids du champ de fanions. Quand le bit RDI est 1, la détection d'un défaut est indiquée par l'extrémité MEP émettrice. Quand le bit RDI est 0, aucune indication de défaut n'est communiquée par l'extrémité MEP émettrice.

Les éléments d'information transportés dans le message CCM afin de prendre en charge une mesure ETH-LM bilatérale sont les suivants:

- **TxFc:** champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil et émises par l'extrémité MEP vers son extrémité MEP homologue, au moment de l'émission de la trame de message CCM;
- **RxFc:** champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil et reçues par l'extrémité MEP à partir de son extrémité MEP homologue, au moment de la réception de la dernière trame de message CCM à partir de cette extrémité MEP homologue;

- **TxFcb**: champ de 4 octets qui transporte la valeur du champ TxFCf contenu dans la dernière trame de message CCM reçue par l'extrémité MEP à partir de son extrémité MEP homologue.

9.2.2 Format de l'unité PDU de message CCM

Le format de l'unité PDU de message CCM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations de message CCM est représenté dans la Figure 9.2-1.

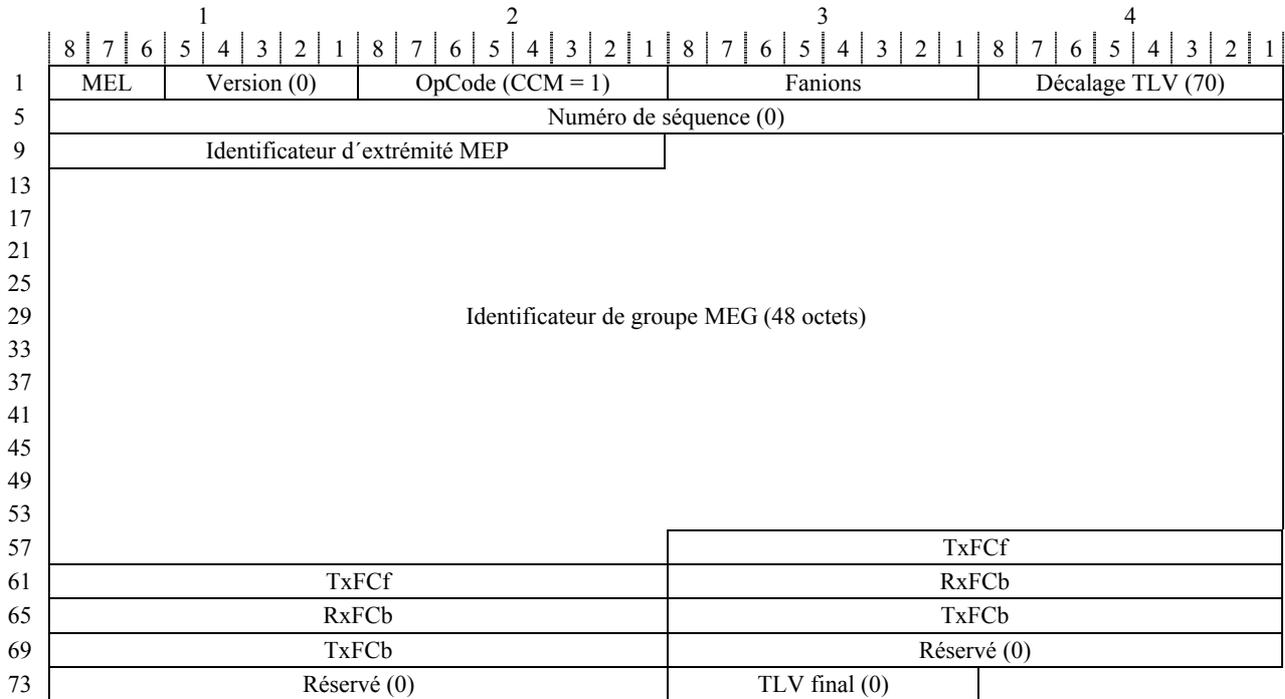


Figure 9.2-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message CCM

Les champs du format de l'unité PDU de message CCM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est le message CCM (1);
- **fanions**: deux éléments d'information dans le champ de fanions pour unité PDU de message CCM: RDI et Période, comme suit:

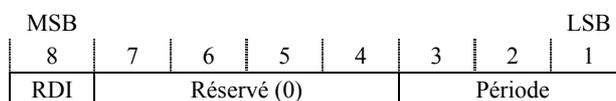


Figure 9.2-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de message CCM

- **RDI**: le bit 8 est réglé à 1 afin d'indiquer RDI, sinon il est réglé à 0;
- **période**: les bits 3 à 1 indiquent la période d'émission avec le codage représenté dans le Tableau 9-3.

Tableau 9-3/Y.1731 – Valeurs de période d'un message CCM

Fanions[3:1]	Valeur de période	Remarques
000	Valeur non valide	Valeur non valide pour unités PDU de message CCM
001	3,33 ms	300 trames par seconde
010	10 ms	100 trames par seconde
011	100 ms	10 trames par seconde
100	1s	1 trame par seconde
101	10s	6 trames par minute
110	1 minute	1 trame par minute
111	10 min	6 trames par heure

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 70;
- **numéro de séquence**: ce champ est réglé à une suite de zéros pour la présente Recommandation;
- **identificateur d'extrémité MEP**: une valeur d'entier de 13 éléments binaires identifie l'extrémité MEP émettrice dans le groupe MEG. Les trois bits de plus fort poids (MSB) du premier octet ne sont pas utilisés mais sont mis à zéro:



Figure 9.2-3/Y.1731 – Format d'identificateur d'extrémité MEP dans l'unité PDU de message CCM

- **identificateur de groupe MEG**: champ de 48 octets. Voir à l'Annexe A le format utilisé pour le champ d'identificateur de groupe MEG;
- **TxFcf, TxFCb, RxFCb**: valeurs d'entier de 4 octets avec échantillons des compteurs de trames à débordement, comme spécifié dans le § 9.2.1. Ces champs sont réglés à une suite de zéros quand ils ne sont pas utilisés;
- **réservé**: les champs réservés sont réglés à une suite de zéros;
- **TLV final**: valeur d'octet de suite de zéros.

9.3 Unité PDU de message LBM

Le message LBM sert à prendre en charge les trames de requête ETH-LB, comme décrit dans le § 7.2.

9.3.1 Éléments d'information de message LBM

Les éléments d'information transportés dans le message LBM sont les suivants:

- **identificateur de transaction/numéro de séquence**: champ de 4 octets qui contient l'identificateur de transaction/numéro de séquence pour le message LBM. Le récepteur est censé copier l'identificateur de transaction/numéro de séquence dans l'unité PDU de réponse LBR, comme décrit dans le § 9.4;

- **données/séquence d'essai**: champ facultatif dont la longueur et le contenu sont déterminés à l'extrémité MEP émettrice. Le contenu du champ de données peut être une séquence d'essai avec, en plus, une somme de contrôle facultative. La séquence d'essai peut être une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8/O.150, une suite de zéros, etc.

9.3.2 Format de l'unité PDU de message LBM

Le format de l'unité PDU de message LBM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations de message LBM est représenté dans la Figure 9.3-1.

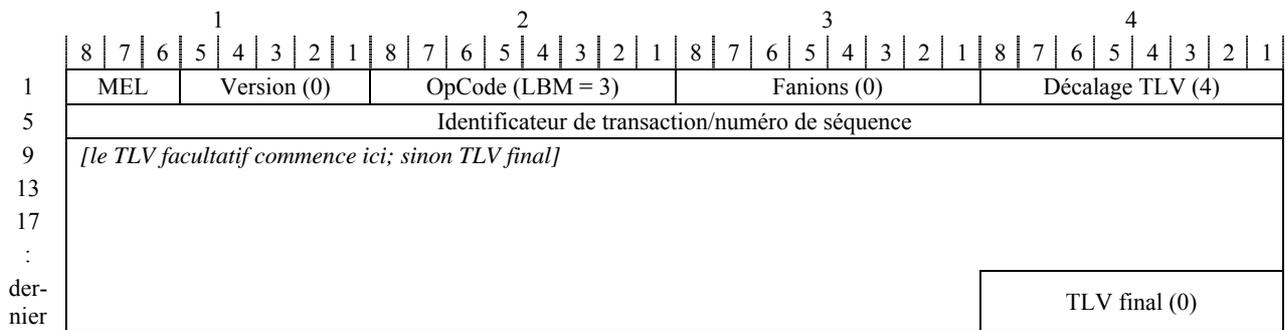


Figure 9.3-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message LBM

Les champs du format de l'unité PDU de message LBM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est LBM (3);
- **fanions**: réglé à une suite de zéros.

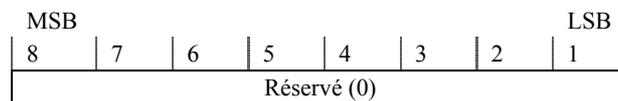


Figure 9.3-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de message LBM

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 4;
- **identificateur de transaction/numéro de séquence**: valeur de 4 octets contenant soit le numéro de transaction pour l'unité PDU de message LBM sans séquence d'essai ou un numéro de séquence incrémenté successivement pour chaque unité PDU de message LBM avec une séquence d'essai;
- **TLV facultatif**: si présent, un nuplet TLV de données ou un nuplet TLV d'essai comme spécifié dans la Figure 9.3-3 ou Figure 9.3-4 respectivement;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

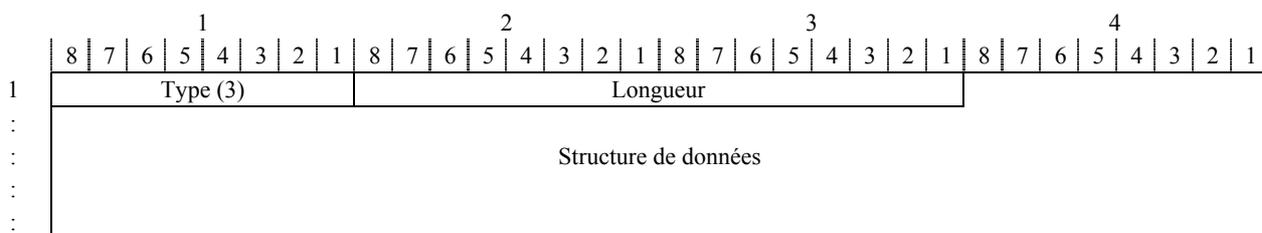


Figure 9.3-3/Y.1731 – Format de nuplet TLV de données

Les champs du format de nuplet TLV de données sont les suivants:

- **type**: identifie le type de nuplet TLV; la valeur de ce type de nuplet TLV est: *signal de données* (3);
- **longueur**: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur contenant la structure de données. Dans une trame où l'unité PDU est limitée à 1492 octets, la valeur de longueur maximale est 1480 (étant donné que 12 octets sont nécessaires pour les 8 octets du préfixe de l'unité PDU de message LBM et pour les 3 octets du préfixe du nuplet TLV de données, plus l'octet de TLV final). Tous les autres nuplets TLV, si présents dans le message LBM, vont encore s'éloigner de la valeur de la longueur maximale de 1480;
- **structure de données**: séquence binaire arbitraire de n octets (n = longueur). Le récepteur ne devrait pas en tenir compte.

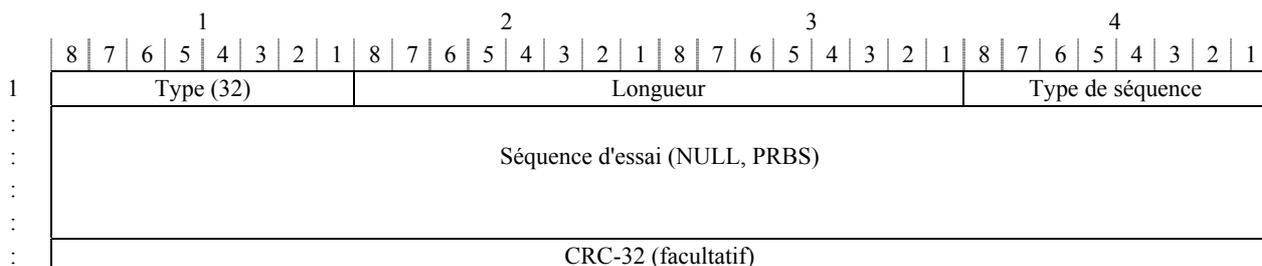


Figure 9.3-4/Y.1731 – Format du nuplet TLV d'essai

Les champs du format de nuplet TLV d'essai sont les suivants:

- **type**: identifie le type de nuplet TLV; la valeur de ce type de nuplet TLV est *Signal d'essai* (32);
- **longueur**: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur contenant la séquence d'essai et la somme CRC-32. Dans une trame où l'unité PDU est limitée à 1492 octets, la valeur de longueur maximale est 1480 octets (étant donné que 12 octets sont nécessaires pour les 8 octets du préfixe de l'unité PDU de message LBM, pour les 3 octets du préfixe du nuplet TLV d'essai et pour l'octet de TLV final). Tous les autres nuplets TLV, si présents dans le message LBM, vont encore s'éloigner de la valeur de longueur maximale 1480. (Comme un seul octet sert à désigner le type de séquence, 1479 octets sont disponibles pour la séquence d'essai.);
- **type de séquence**: identifie le type de séquence d'essai; les valeurs sont les suivantes:
 - 0 signal vide (suite de zéros) sans CRC-32
 - 1 signal vide (suite de zéros) avec CRC-32
 - 2 séquence PRBS $2^{31}-1$ sans CRC-32
 - 3 séquence PRBS $2^{31}-1$ avec CRC-32
 - 4-255 champ réservé pour future normalisation;

- **séquence d'essai**: séquence d'essai de n octets ($n \leq \text{longueur}$): PRBS $2^{-31}-1$ ou séquence vide (suite de zéros);
- **CRC-32**: couvre tous les champs (depuis le champ Type jusqu'au dernier octet avant la somme CRC-32).

9.4 Unité PDU de réponse LBR

Le message LBR sert à prendre en charge les trames de réponse ETH-LB, comme décrit dans le § 7.2.

9.4.1 Élément d'information de réponse LBR

Les éléments d'information transportés dans le message LBR sont les suivants:

- **identificateur de transaction/numéro de séquence**: champ de 4 octets qui est copié à partir du champ d'identificateur de transaction/de numéro de séquence contenu dans le message LBM;
- **données**: ce champ est copié à partir du champ de données contenu dans le message LBM.

9.4.2 Format de l'unité PDU de réponse LBR

Le format de l'unité PDU de réponse LBR utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations de réponse LBR est représenté dans la Figure 9.4-1.

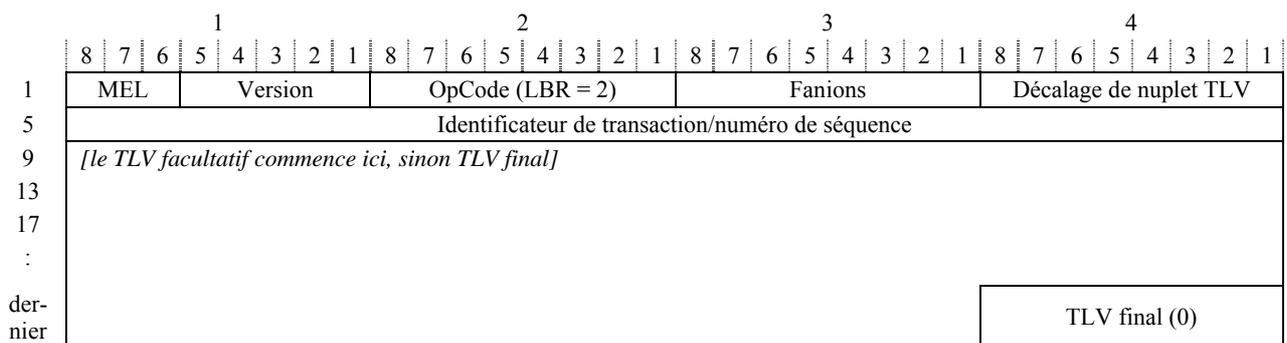


Figure 9.4-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse LBR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse LBR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM reçue;
- **version**: champ de 5 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est LBR (2);
- **fanions**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM;
- **décalage de nuplet TLV**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM;
- **identificateur de transaction/numéro de séquence**: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM;
- **nuplet TLV facultatif**: si présent dans l'unité PDU de message LBM, copié à partir de l'unité PDU de message LBM;
- **TLV final**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LBM.

9.5 Unité PDU de message LTM

Le message LTM sert à prendre en charge les trames de requête ETH-LT comme décrit dans le § 7.3.

9.5.1 Éléments d'information de message LTM

Les éléments d'information transportés dans le message LTM sont les suivants:

- **transaction**: champ de 4 octets qui contient le numéro de transaction pour le message LTM. Le récepteur est censé copier le numéro de transaction dans l'unité PDU de réponse LTR, comme décrit dans le § 9.6.
- **TTL**: champ de 1 octet utilisé pour indiquer si un message LTM devrait être terminé ou non par le récepteur. Quand un point MIP reçoit le message LTM avec TTL = 1, ce message LTM n'est pas relayé. Un élément de réseau recevant le message LTM décrémente de 1 la valeur TTL reçue et la copie dans le champ TTL de l'unité PDU de réponse LTR, comme décrit dans le § 9.6, ainsi que dans le message LTM qu'il réexpédie vers le relais suivant.
- **TargetMAC**: champ de 6 octets utilisé pour transporter l'adresse MAC de l'extrémité visée. Un point MIP intermédiaire copie ce champ dans le message LTM qu'il réexpédie vers le relais suivant.
- **OriginMAC**: champ de 6 octets utilisé pour transporter l'adresse MAC de l'extrémité MEP émettrice. Un point MIP intermédiaire copie ce champ dans le message LTM qu'il réexpédie vers le relais suivant.

9.5.2 Format de l'unité PDU de message LTM

Le format de l'unité PDU de message LTM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations de message LTM est représenté dans la Figure 9.5-1.

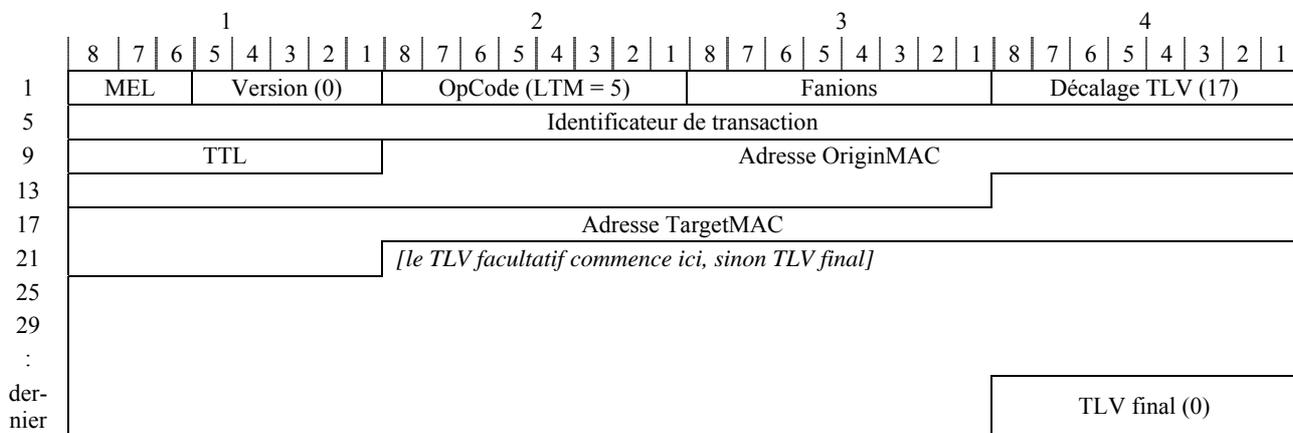


Figure 9.5-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message LTM

Les champs du format de l'unité PDU de message LTM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur de ce type d'unité PDU est LTM (5);
- **fanions**: le format est comme représenté dans la Figure 9.5-2.

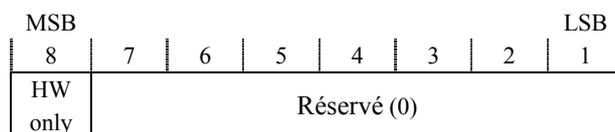


Figure 9.5-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de message LTM

- **HWonly**: le bit 8 est réglé à 1. La valeur 1 indique que seules les adresses MAC acquises dans une table active de réexpédition de données contenue dans un pont sont à utiliser afin de réexpédier le message LTM vers le relais suivant. Lors de la réexpédition d'un message LTM reçu, la valeur HWonly est copiée à partir de celle du message LTM entrant.

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 17;
- **identificateur de transaction**: valeur de 4 octets contenant l'identificateur de transaction pour l'unité PDU de message LTM;
- **TTL**: champ de 1 octet utilisé pour le transport d'une valeur de temps TTL comme spécifié dans le § 9.5.1;
- **adresse OriginMAC**: adresse OriginMAC de 6 octets comme spécifié dans le § 9.5.1;
- **adresse TargetMAC**: adresse TargetMAC de 6 octets comme spécifié dans le § 9.5.1;
- **nuplet TLV facultatif**: aucun nuplet TLV facultatif n'est attendu dans l'unité PDU de message LTM;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

9.6 Unité PDU de réponse LTR

Le message LTR sert à prendre en charge les trames de réponse ETH-LT, comme décrit dans le § 7.3.

9.6.1 Éléments d'information de réponse LTR

Les éléments d'information transportés dans le message LTR sont les suivants:

- **identificateur de transaction**: champ de 4 octets qui est copié à partir du champ d'identificateur de transaction contenu dans le message LTM;
- **TTL**: champ de 1 octet qui contient la valeur du champ TTL décrétementé de 1 à partir du message LTM pour lequel la réponse LTR est en cours d'envoi.

9.6.2 Format de l'unité PDU de réponse LTR

Le format de l'unité PDU de réponse LTR utilisé par un point MEP ou MIP afin d'émettre des informations LTR est représenté dans la Figure 9.6-1.

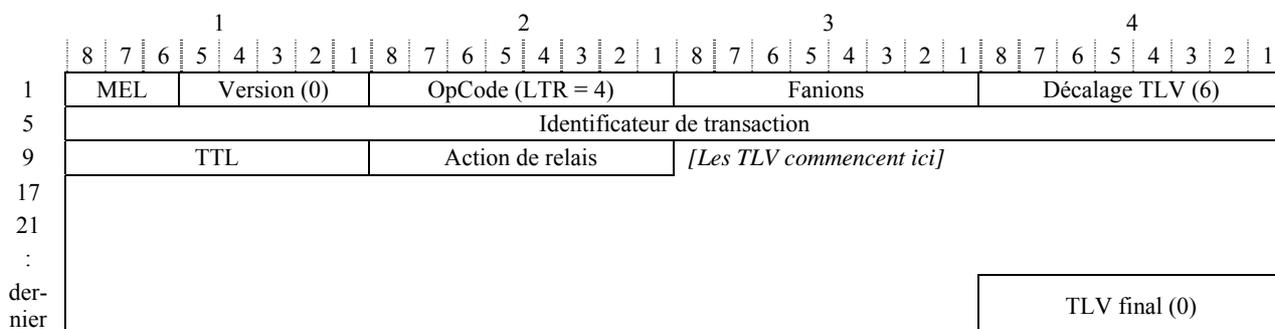


Figure 9.6-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse LTR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse LTR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU du message LTM reçu;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur de ce type d'unité PDU est LTR (4);
- **fanions**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LTM;
- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 6;
- **identificateur de transaction**: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LTM;
- **TTL**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LTM après l'avoir décrémentée de 1;
- **action de relais**: champ de 1 octet qui est réservé pour utilisation par l'IEEE 802.1;
- **nuplet(s) TLV**: nuplet(s) TLV facultatif(s) d'entrée et/ou de sortie de réponse comme spécifié dans les Figures 9.6-2 et 9.6-3 respectivement;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

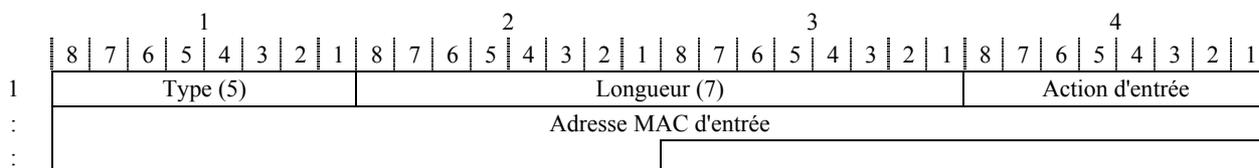


Figure 9.6-2/Y.1731 – Format du nuplet TLV d'entrée de réponse

Les champs du format de nuplet TLV d'entrée de réponse sont les suivants:

- **type**: identifie le type de nuplet TLV; la valeur de ce type de nuplet TLV est *Réponse d'entrée* (5);
- **longueur**: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur. Il est réglé à 7;
- **action d'entrée**: champ de 1 octet qui est réservé pour définition par l'IEEE 802.1;
- **adresse MAC d'entrée**: champ de 6 octets qui est réservé pour définition par l'IEEE 802.1.

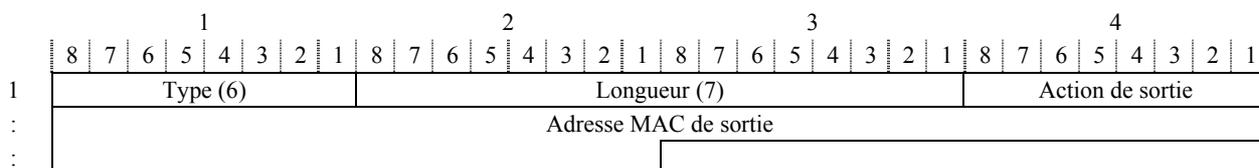


Figure 9.6-3/Y.1731 – Format du nuplet TLV de sortie de réponse

Les champs du format de nuplet TLV de sortie de réponse sont les suivants:

- **type**: identifie le type de nuplet TLV; la valeur de ce type de nuplet TLV est: *Réponse de sortie* (6);
- **longueur**: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur. Il est réglé à 7;
- **action de sortie**: champ de 1 octet qui est réservé pour définition par l'IEEE 802.1;
- **adresse MAC de sortie**: champ de 6 octets qui est réservé pour définition par l'IEEE 802.1.

9.7 Unité PDU d'AIS

L'unité PDU d'AIS sert à prendre en charge la fonction ETH-AIS, comme décrit dans le § 7.4.

9.7.1 Éléments d'information d'AIS

L'élément d'information transporté dans le signal AIS est le suivant:

- **période**: élément d'information de 3 éléments binaires transporté dans les trois bits de plus faible poids du champ de fanions. La période contient la valeur de périodicité d'émission du signal AIS. Les valeurs de période AIS sont spécifiées dans le Tableau 9-4.

9.7.2 Format de l'unité PDU d'AIS

Le format de l'unité PDU d'AIS utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations AIS est représenté dans la Figure 9.7-1.

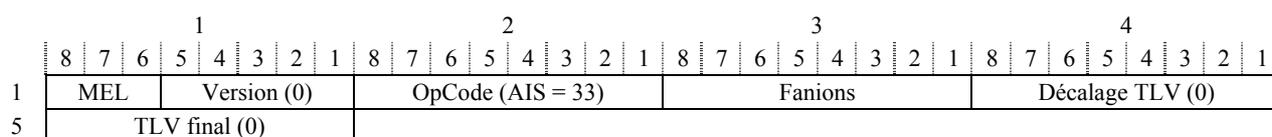


Figure 9.7-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU d'AIS

Les champs du format de l'unité PDU d'AIS sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires qui sert à transporter le niveau du groupe MEG client;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est AIS (33);
- **fanions**: un seul élément d'information dans le champ de fanions pour l'unité PDU d'AIS: *Période*, comme suit:

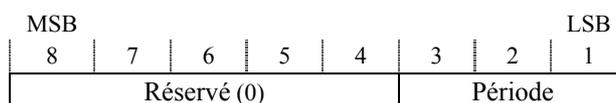


Figure 9.7-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU d'AIS

- **période**: les bits 3 à 1 indiquent la période d'émission avec le codage indiqué dans le Tableau 9-4.

Tableau 9-4/Y.1731 – Valeur des périodes de signal AIS/LCK

Fanions[3:1]	Valeur de période	Remarques
000-011	Valeur non valide	Valeur non valide pour PDU de AIS/LCK
100	1 seconde	1 trame par seconde
101	Valeur non valide	Valeur non valide pour PDU de AIS/LCK
110	1 minute	1 trame par minute
111	Valeur non valide	Valeur non valide pour PDU de AIS/LCK

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 0
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

9.8 Trame d'état verrouillé LCK

L'unité PDU d'état LCK sert à prendre en charge la fonction ETH-LCK, comme décrit dans le § 7.6.

9.8.1 Eléments d'information LCK

L'élément d'information transporté dans l'unité LCK est le suivant:

- **période:** élément d'information de 3 éléments binaires transportés dans les trois bit de plus faible poids du champ de fanions. L'élément de période contient la valeur de périodicité d'émission du signal LCK. Les valeurs de période LCK sont spécifiées dans le Tableau 9-4.

9.8.2 Format de l'unité PDU d'état LCK

Le format de l'unité PDU d'état LCK, utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations LCK, est représenté dans la Figure 9.8-1.

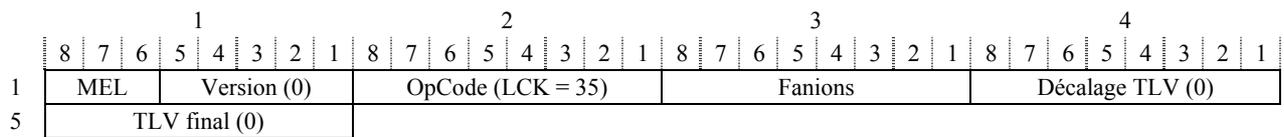


Figure 9.8-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU d'état LCK

Les champs du format de l'unité PDU d'état LCK sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** champ de 3 éléments binaires qui sert à transporter le niveau du groupe MEG client;
- **version:** voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode:** la valeur pour ce type d'unité PDU est LCK (35);
- **fanions:** un seul élément d'information dans le champ de fanions pour unité PDU d'état LCK: *période*, comme suit:

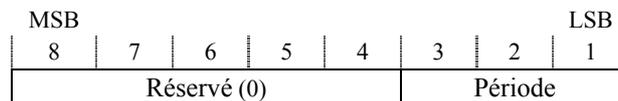


Figure 9.8-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU d'état LCK

- **période:** les bits 3 à 1 indiquent la période d'émission avec le codage figurant dans le Tableau 9-4.
- **décalage de nuplet TLV:** réglé à 0
- **TLV final:** valeur d'octet à suite de zéros.

9.9 Unité PDU d'essai TST

L'unité PDU d'essai TST sert à prendre en charge la fonction unilatérale ETH-Test, comme décrit dans le § 7.7.

9.9.1 Eléments d'information d'essai TST

Les éléments d'information transportés dans les trames TST sont les suivants:

- **numéro de séquence:** champ de 4 octets qui contient le numéro de séquence pour les trames d'essai TST;

- **essai**: champ facultatif dont la longueur et le contenu sont déterminés à l'extrémité MEP émettrice. Le contenu du champ *Essai* indique une séquence d'essai et transporte également la somme de contrôle facultative. La séquence d'essai peut être une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8/O.150, une suite de zéros, etc.

9.9.2 Format de l'unité PDU d'essai TST

Le format de l'unité PDU d'essai TST utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations TST est représenté dans la Figure 9.9-1.

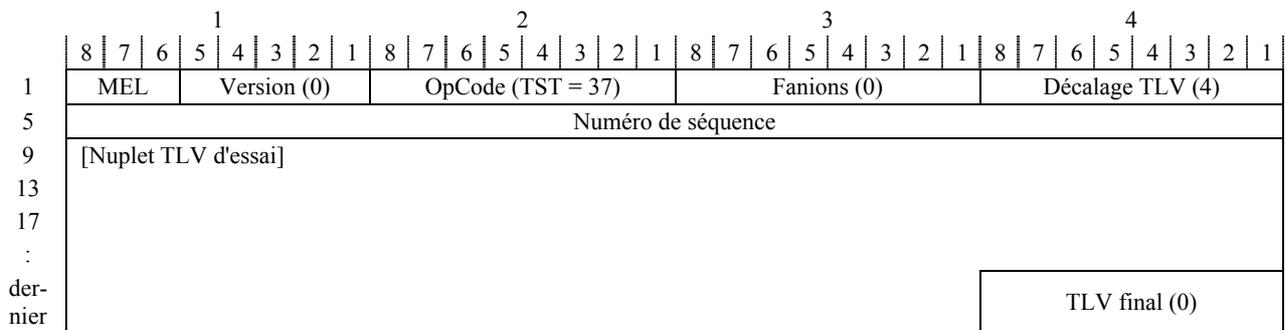


Figure 9.9-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU d'essai TST

Les champs du format de l'unité PDU d'essai TST sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est TST (37);
- **fanions**: champ réglé à une suite de zéros.

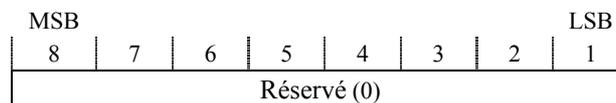


Figure 9.9-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU d'essai TST

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 4;
- **numéro de séquence**: valeur de 4 octets contenant le numéro de séquence incrémenté successivement pour chaque unité PDU d'essai TST;
- **nuplet TLV d'essai**: nuplet TLV d'essai comme spécifié dans la Figure 9.3-4;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

9.10 Unité PDU de commutation APS

L'unité APS sert à prendre en charge la fonction ETH-APS, comme décrit dans le § 7.8.

9.10.1 Eléments d'information de commutation APS

Les éléments d'information transportés dans l'unité APS sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.10.2 Format de l'unité PDU de commutation APS

Le format de l'unité PDU de commutation APS utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations APS est représenté dans la Figure 9.10-1.

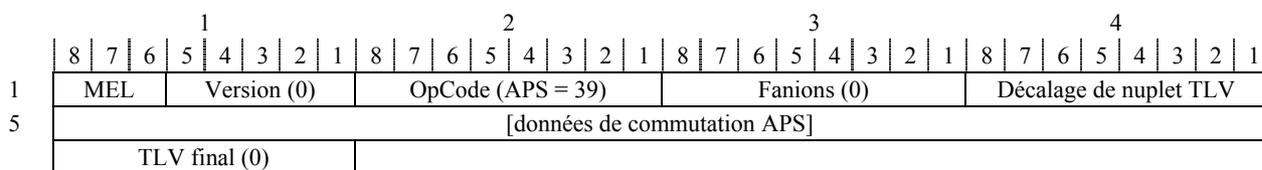


Figure 9.10-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de commutation APS

Les champs du format de l'unité PDU de commutation APS sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** voir § 9.1;
- **version:** voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode:** la valeur pour ce type d'unité PDU est APS (39);
- **fanions:** réglé à une suite de zéros.

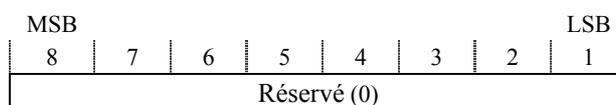


Figure 9.10-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de commutation APS

- **décalage de nuplet TLV:** champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour la fonction APS est hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **données de commutation APS:** le format et la longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **TLV final:** valeur d'octet à suite de zéros.

9.11 Unité PDU de canal MCC

L'unité PDU de canal MCC sert à prendre en charge les trames ETH-MCC, comme décrit dans le § 7.9.

9.11.1 Eléments d'information de canal MCC

Les éléments d'information transportés dans l'unité MCC sont les suivants:

- **OUI:** champ de 3 octets qui contient l'identificateur unique de l'organisation définissant le format de données de canal MCC et les valeurs SubOpCode;
- **SubOpCode:** champ de 1 octet qui sert à interpréter les champs restants dans l'unité PDU de canal MCC;
- **données de canal MCC:** selon la fonctionnalité indiquée par l'identificateur OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, l'unité de canal MCC peut transporter un ou plusieurs nuplet(s) TLV. Les données de canal MCC sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.11.2 Format de l'unité PDU de canal MCC

Le format de l'unité PDU de canal MCC utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations MCC est représenté dans la Figure 9.11-1.

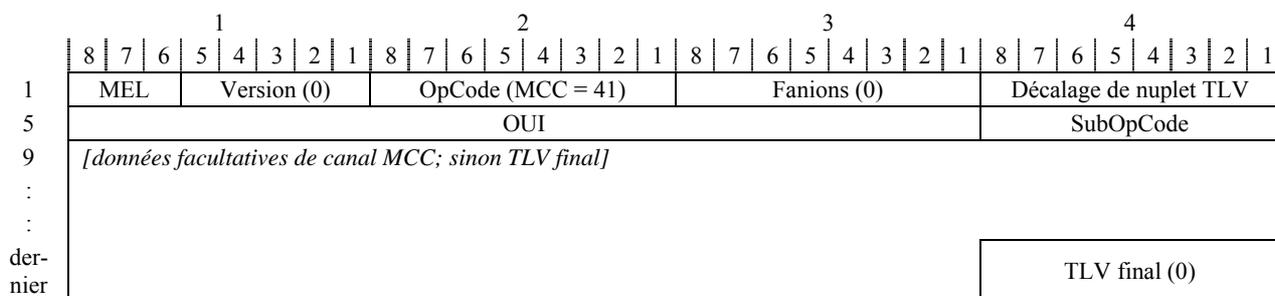


Figure 9.11-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de canal MCC

Les champs du format de l'unité PDU de canal MCC sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est MCC (41);
- **fanions**: réglé à une suite de zéros.

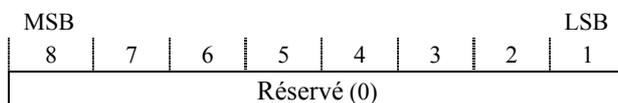


Figure 9.11-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de canal MCC

- **décalage de nuplet TLV**: champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour l'unité MCC est hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **OUI**: champ de 3 octets dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **SubOpCode**: champ de 1 octet dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **données de canal MCC**: format et longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

9.12 Unité PDU de message LMM

L'unité LMM sert à prendre en charge les requêtes de mesure ETH-LM unilatérale, comme décrit dans le § 8.1.2.

9.12.1 Eléments d'information de message LMM

Les éléments d'information transportés dans l'unité LMM sont les suivants:

- **TxFcF**: champ de 4 octets qui transporte la valeur de compteur chargée de compter les trames de données conformes au profil émises par l'extrémité MEP vers son extrémité MEP homologue, au moment de l'émission de trame LMM.

9.12.2 Format de l'unité PDU de message LMM

Le format de l'unité PDU de message LMM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations LMM est représenté dans la Figure 9.12-1.

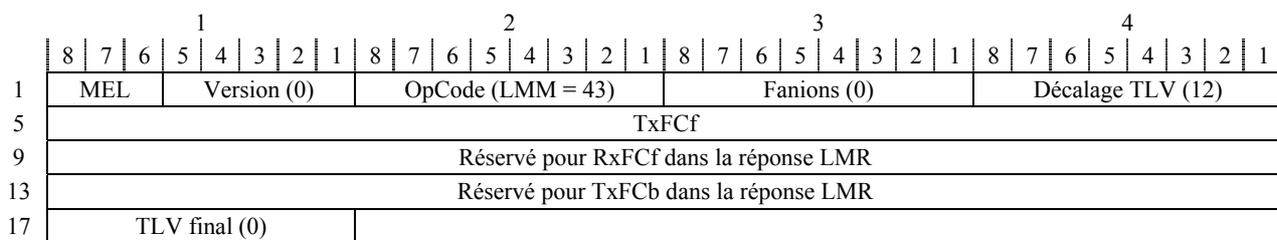


Figure 9.12-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message LMM

Les champs du format de l'unité PDU de message LMM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** voir § 9.1;
- **version:** voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode:** la valeur pour ce type d'unité PDU est LMM (43);
- **fanions:** réglé à une suite de zéros.

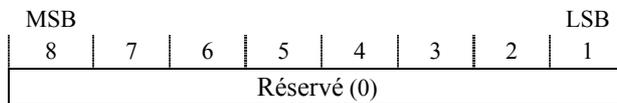


Figure 9.12-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de message LMM

- **décalage de nuplet TLV:** réglé à 12;
- **TxFCf:** valeurs d'entier de 4 octets avec échantillons des compteurs de trames, comme spécifié dans le § 9.12.1;
- **réservé:** les champs réservés sont réglés à une suite de zéros;
- **TLV final:** valeur d'octet de suite de zéros.

9.13 Unité PDU de réponse LMR

L'unité PDU de réponse LMR sert à prendre en charge la réponse de mesure ETH-LM unilatérale, comme décrit dans le § 8.1.2.

9.13.1 Eléments d'information de réponse LMR

Les éléments d'information transportés dans la réponse LMR sont les suivants:

- **TxFCf:** champ de 4 octets qui transporte la valeur du champ TxFCf contenu dans la dernière unité PDU de message LMM reçue par l'extrémité MEP à partir de son extrémité MEP homologue.
- **TxFCb:** champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil émises par l'extrémité MEP vers son extrémité MEP homologue au moment de l'émission de trame LMR.
- **RxFCf:** champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil reçu par l'extrémité MEP à partir de son extrémité MEP homologue, au moment de la réception de la dernière trame LMM à partir de cette extrémité MEP homologue.

9.13.2 Format de l'unité PDU de réponse LMR

Le format de l'unité PDU de réponse LMR utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations LMR est représenté dans la Figure 9.13-1.

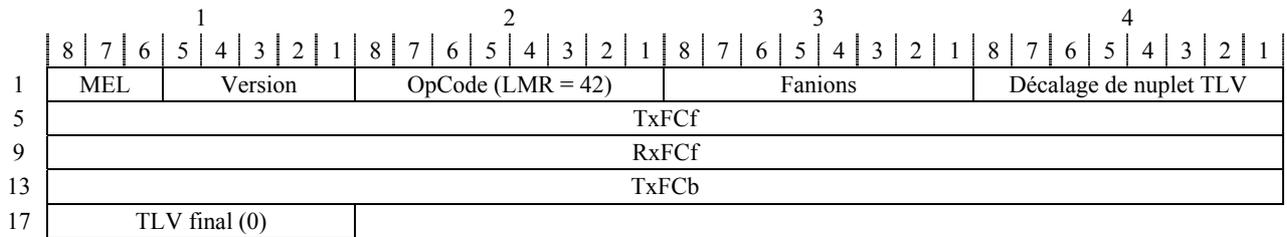


Figure 9.13-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse LMR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse LMR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message LMM;
- **version**: champ de 5 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message LMM;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est LMR (42);
- **fanions**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message LMM;
- **décalage de nuplet TLV**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message LMM;
- **TxFcF**: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message LMM;
- **RxFcF**: valeurs d'entier de 4 octets avec échantillons des compteurs de trames, comme spécifié dans le § 9.13.1;
- **TxFcB**: valeurs d'entier de 4 octets avec échantillons des compteurs de trames, comme spécifié dans le § 9.13.1;
- **TLV final**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message LMM.

9.14 Unité PDU de mesure 1DM

L'unité PDU de mesure 1DM sert à prendre en charge la mesure ETH-DM dans un seul sens, comme décrit dans le § 8.2.1.

9.14.1 Élément d'information de mesure 1DM

L'élément d'information transporté dans l'unité 1DM est le suivant:

- **TxTimeStampf**: champ de 8 octets qui contient le marqueur temporel d'émission d'unité 1DM. Le format de TxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme IEEE 1588-2002.

9.14.2 Format de l'unité PDU de mesure 1DM

Le format de l'unité PDU de mesure 1DM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations 1DM est représenté dans la Figure 9.14-1.

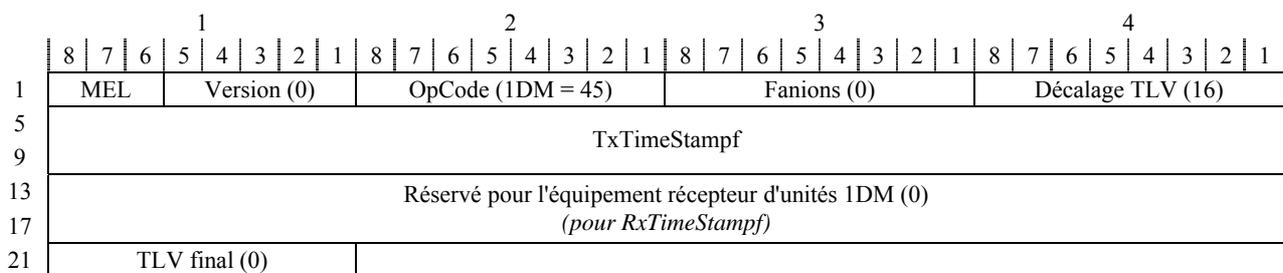


Figure 9.14-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de mesure 1DM

Les champs du format de l'unité PDU de mesure 1DM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** voir § 9.1;
- **version:** voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode:** la valeur pour ce type d'unité PDU est 1DM (45);
- **fanions:** réglé à une suite de zéros.

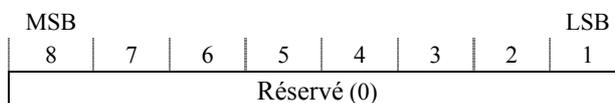


Figure 9.14-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de mesure 1DM

- **décalage TLV:** réglé à 16;
- **TxTimeStampf:** champ de marqueur temporel d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.14.1;
- **réservé:** les champs réservés sont réglés à une suite de zéros;
- **TLV final:** valeur d'octet à suite de zéros.

9.15 Unité PDU de message DMM

L'unité DMM sert à prendre en charge les requêtes de mesure ETH-DM dans les deux sens, comme décrit dans le § 8.2.2.

9.15.1 Eléments d'information de message DMM

Les éléments d'information transportés dans l'unité DMM sont les suivants:

- **TxTimeStampf:** champ de 8 octets qui contient le marqueur temporel d'émission de trames DMM. Le format de TxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme IEEE 1588-2002.

9.15.2 Format de l'unité PDU de message DMM

Le format de l'unité PDU de message DMM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations DMM est représenté dans la Figure 9.15-1.

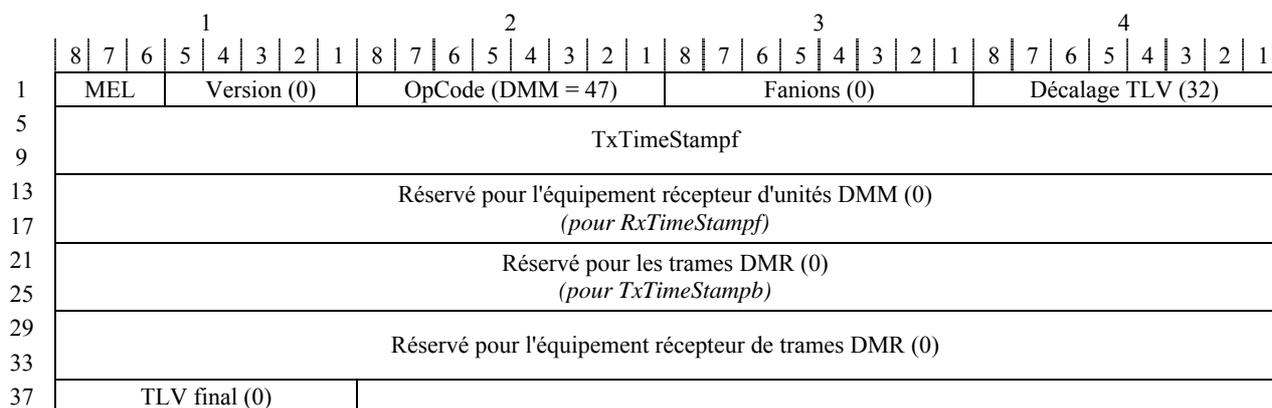


Figure 9.15-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message DMM

Les champs du format de l'unité PDU de message DMM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: voir § 9.1;
- **version**: voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est DMM (47);
- **fanions**: réglé à une suite de zéros;

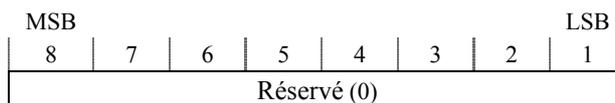


Figure 9.15-2/Y.1731 – Format des fanions dans l'unité PDU de message DMM

- **décalage de nuplet TLV**: réglé à 32;
- **TxTimeStampf**: champ de marqueur temporel d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.15.1;
- **réservé**: les champs réservés sont réglés à une suite de zéros;
- **TLV final**: valeur d'octet de suite de zéros.

9.16 Unité PDU de réponse DMR

L'unité DMR sert à prendre en charge la réponse de mesure ETH-DM dans les deux sens, comme décrit dans le § 8.2.2.

9.16.1 Eléments d'information de réponse DMR

Les éléments d'information transportés dans l'unité DMR sont les suivants:

- **TxTimeStampf**: champ de 8 octets qui contient la copie du champ TxTimeStampf contenu dans l'unité DMM reçue;
- **RxTimeStampf**: champ facultatif de 8 octets qui contient le marqueur temporel de réception d'unité DMM. Le format de RxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme IEEE 1588-2002. Quand cet élément n'est pas utilisé, une valeur de suite de zéros est appliquée;
- **TxTimeStampb**: champ facultatif de 8 octets qui contient le marqueur temporel d'émission d'unité DMR. Le format de TxTimeStampb est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme IEEE 1588-2002. Quand cet élément n'est pas utilisé, une valeur de suite de zéros est utilisée.

9.16.2 Format de l'unité PDU de réponse DMR

Le format de l'unité PDU de réponse DMR utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations DMR est représenté dans la Figure 9.16-1.

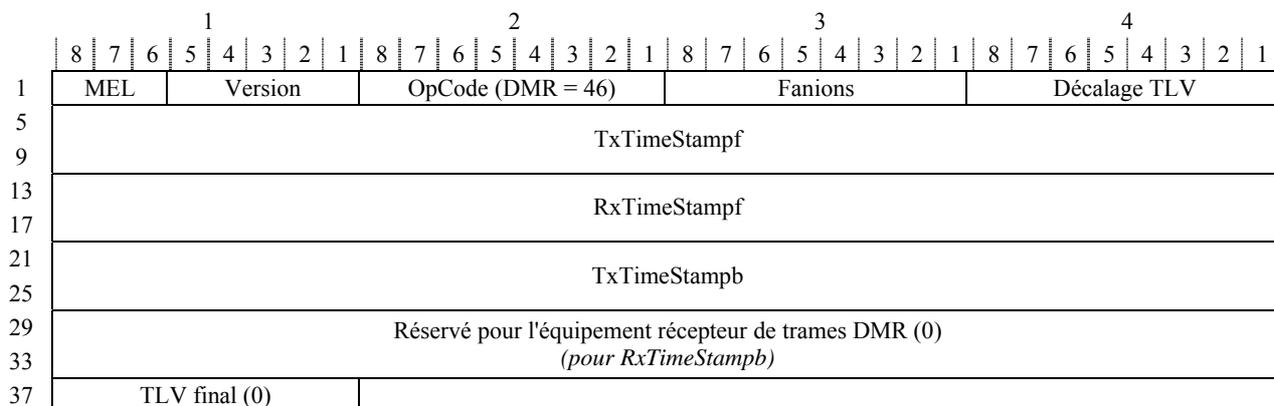


Figure 9.16-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse DMR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse DMR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message DMM;
- **version**: champ de 5 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message DMM;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est DMR (46);
- **fanions**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message DMM;
- **décalage TLV**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message DMM;
- **TxTimeStampf**: champ de 8 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message DMM;
- **RxTimeStampf**: champ de marqueur temporel d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.16.1;
- **TxTimeStampb**: champ de marqueur temporel d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.16.1;
- **réservé**: Les champs réservés sont réglés à une suite de zéros;
- **TLV final**: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message DMM.

9.17 Unité PDU de message EXM

Le message EXM est utilisé comme unité PDU de requête de signal OAM expérimental.

9.17.1 Eléments d'information de message EXM

Les éléments d'information transportés dans le message EXM sont les suivants:

- **OUI**: champ de 3 octets qui contient l'identificateur unique de l'organisation utilisant le message EXM;
- **SubOpCode**: champ de 1 octet qui sert à interpréter les champs restants dans la trame EXM;

- **données EXM:** selon la fonctionnalité indiquée par l'identificateur OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, le message EXM peut transporter un ou plusieurs nuplet(s) TLV. Les données EXM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.17.2 Format de l'unité PDU de message EXM

Le format de l'unité PDU de message EXM utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations EXM est représenté dans la Figure 9.17-1.

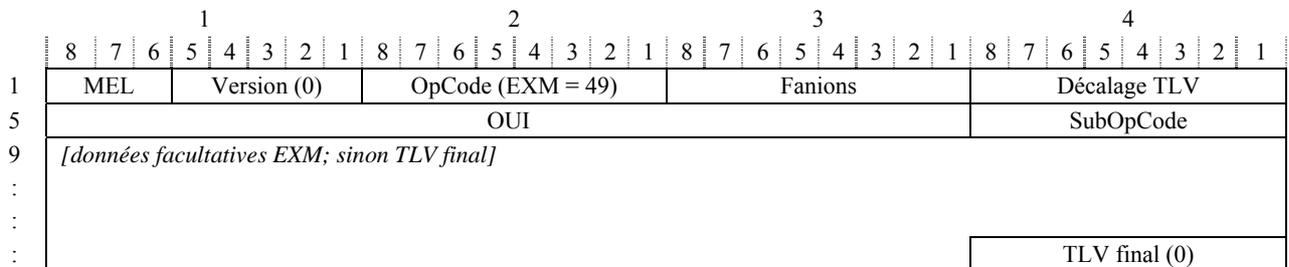


Figure 9.17-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de message EXM

Les champs du format de l'unité PDU de message EXM sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG:** voir § 9.1;
- **version:** voir § 9.1, la valeur est toujours 0;
- **OpCode:** la valeur pour ce type d'unité PDU est EXM (49);
- **fanions:** hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **décalage TLV:** champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour EXM est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais doit être conforme au § 9.1;
- **OUI:** champ de 3 octets dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **SubOpCode:** champ de 1 octet dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **données EXM:** format et longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **TLV final:** valeur d'octet à suite de zéros.

9.18 Unité PDU de réponse EXR

Le message EXR est utilisé comme unité PDU de réponse au signal OAM expérimental.

9.18.1 Eléments d'information de réponse EXR

Les éléments d'information transportés dans le message EXR sont les suivants:

- **OUI:** champ de 3 octets qui contient l'identificateur unique de l'organisation utilisant le message EXR;
- **SubOpCode:** champ de 1 octet qui sert à interpréter les champs restants dans la trame EXR;
- **données EXR:** selon la fonctionnalité indiquée par l'identificateur OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, l'unité EXR peut transporter un ou plusieurs nuplet(s) TLV. Les données EXR sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.18.2 Format de l'unité PDU de réponse EXR

Le format de l'unité PDU de réponse EXR utilisée par une extrémité MEP afin d'émettre des informations EXR est représenté dans la Figure 9.18-1.

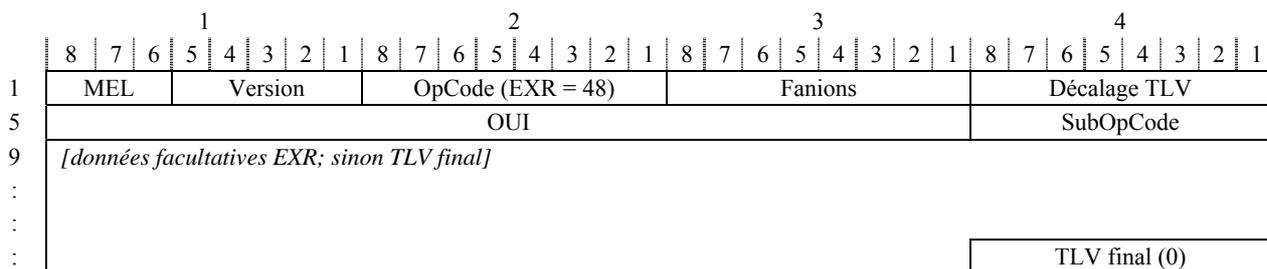


Figure 9.18-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse EXR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse EXR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message EXM;
- **version**: champ de 5 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message EXM;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est EXR (48);
- **fanions**: hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **décalage TLV**: champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour EXR est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais doit être conforme au § 9.1;
- **OUI**: champ de 3 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message EXM;
- **SubOpCode**: champ de 1 octet dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **données EXR**: format et longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

9.19 Unité PDU de message VSM

Le message VSM est utilisé comme unité PDU de requête de signal OAM propre à un vendeur.

9.19.1 Éléments d'information de message VSM

Les éléments d'information transportés dans le message VSM sont les suivants:

- **OUI**: champ de 3 octets qui contient l'identificateur unique de l'organisation utilisant le message VSM;
- **SubOpCode**: champ de 1 octet qui sert à interpréter les champs restants dans la trame VSM;
- **données VSM**: selon la fonctionnalité indiquée par l'identificateur OUI et selon la valeur SubOpCode propre à l'organisation, le message VSM peut transporter un ou plusieurs nuplet(s) TLV. Les données VSM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

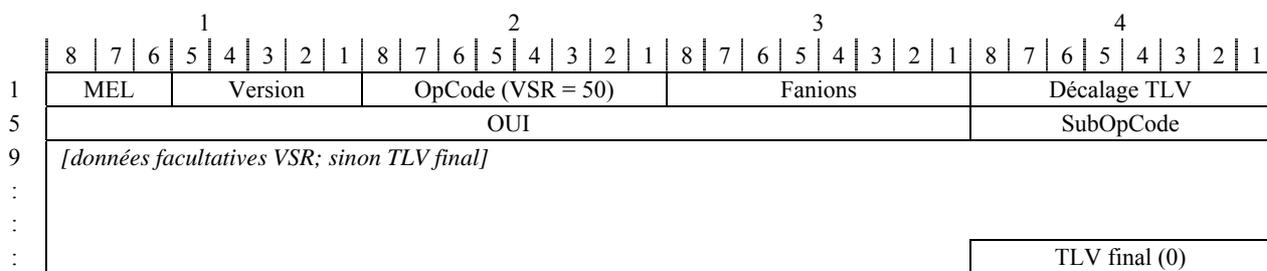


Figure 9.20-1/Y.1731 – Format de l'unité PDU de réponse VSR

Les champs du format de l'unité PDU de réponse VSR sont les suivants:

- **niveau de groupe MEG**: champ de 3 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message VSM;
- **version**: champ de 5 éléments binaires dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message VSM;
- **OpCode**: la valeur pour ce type d'unité PDU est VSR (50);
- **fanions**: hors du domaine d'application de la présente Recommandation.
- **décalage TLV**: champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour VSR est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais doit être conforme au § 9.1;
- **OUI**: champ de 3 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message VSM;
- **SubOpCode**: champ de 1 octet dont les valeurs sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **données VSR**: format et longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- **TLV final**: valeur d'octet à suite de zéros.

10 Adresses de trame OAM

Les trames OAM sont identifiées par un unique type *EtherType* dont la valeur est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Le traitement et le filtrage des trames OAM à une extrémité MEP sont fondés sur les champs OAM *EtherType* et *niveau de groupe MEG* pour les adresses MAC de destination (DA) aussi bien par unidiffusion que par multidiffusion.

Comme indiqué dans les § 7 et 8, l'adresse de destination (DA) contenue dans une trame OAM pourra être à multidiffusion ou à unidiffusion selon la fonctionnalité OAM spécifique. L'adresse MAC d'origine (SA) contenue dans une trame OAM est toujours à unidiffusion.

Le présent paragraphe développe l'analyse relative au choix de l'adresse DA dans des fonctions OAM spécifiques. Le Tableau 10-1 fournit un résumé des adresses DA qui sont applicables à différents types de trames OAM.

Tableau 10-1/Y.1731 – Adresse DA de trame OAM

Type de signal OAM	Adresses DA pour les trames avec unité PDU d'exploitation et de maintenance
CCM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
LBM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
LBR	Adresse DA à unidiffusion
LTM	Adresse DA à multidiffusion de classe 2
LTR	Adresse DA à unidiffusion
AIS	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
LCK	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
TST	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
APS	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
MCC	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
LMM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
LMR	Adresse DA à unidiffusion
IDM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
DMM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
DMR	Adresse DA à unidiffusion
EXM, EXR, VSM, VSR	Hors du domaine d'application de la présente Recommandation

10.1 Adresses de destination à multidiffusion

Deux types d'adresses à multidiffusion sont nécessaires selon le type de fonction OAM:

- adresse DA à multidiffusion de classe 1: trames OAM adressées à toutes les extrémités MEP d'un groupe MEG (p. ex. message CCM, message LBM à multidiffusion, AIS, etc.);
- adresse DA à multidiffusion de classe 2: trames OAM adressées à tous les points MIP et MEP associés à un groupe MEG (p. ex. LTM).

Normalement, une unique adresse DA à multidiffusion de classe 1 et une unique adresse DA à multidiffusion de classe 2 seraient suffisantes. Cependant, pour un déploiement à court terme de signaux OAM par réseau Ethernet dans l'équipement Ethernet actuel, une adresse DA à multidiffusion pourrait également transporter implicitement le niveau de groupe MEG. Cela nécessiterait 8 adresses distinctes correspondant à chacune des adresses DA à multidiffusion des classes 1 et 2 pour les 8 niveaux de groupe MEG.

Les valeurs spécifiques pour 8 adresses à multidiffusion de classe 1 et pour 8 adresses à multidiffusion de classe 2 sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

10.2 Trames CCM

Les trames de message CCM peuvent être produites avec une adresse DA spécifique, à multidiffusion de classe 1 ou à unidiffusion.

Quand une adresse DA à multidiffusion est utilisée, les trames de message CCM permettent de découvrir des adresses MAC associées à des extrémités MEP. L'utilisation d'une adresse DA à multidiffusion permet également la détection de connexions erronées entre fragments de domaine de flux. La détection de connexions erronées est décrite dans le § 7.1.

Quand la détection des conditions ci-dessus est importante, une adresse DA à multidiffusion doit être utilisée pour les trames de message CCM. Quand les conditions ci-dessus ne sont pas attendues ou ne sont pas tenues d'être détectées et lorsque les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames de message CCM peuvent être préconfigurées de façon à utiliser les adresses DA à unidiffusion.

10.3 Trames LBM

Les trames LBM peuvent être produites avec des adresses DA à multidiffusion de classe 1 ou à unidiffusion, conformément aux fonctions de bouclage Ethernet unidiffusé ou de bouclage Ethernet à multidiffusion, selon le cas.

10.4 Trames LBR

Les trames LBR sont toujours produites avec des adresses DA à unidiffusion.

10.5 Trames LTM

La trame (de message) LTM est produite avec une adresse DA à multidiffusion de classe 2.

Une adresse DA à multidiffusion est utilisée à la place d'une adresse DA à unidiffusion pour les trames de message LTM car, dans les ponts actuels, les points MIP ne sont pas en mesure d'intercepter une trame avec adresse DA à unidiffusion qui n'a pas constitué leur propre adresse. Les points MIP ne seront donc pas en mesure de répondre et vont simplement réexpédier la trame LTM avec l'adresse DA à unidiffusion. La limitation est que les ports actuels ne vont pas examiner le type EtherType avant d'examiner l'adresse DA.

10.6 Trames LTR

Les trames de réponse LTR sont toujours produites avec des adresses DA à unidiffusion.

10.7 Trames AIS

La trame AIS peut être produite avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1, spécialement dans un groupe MEG multipoint.

Une adresse DA à unidiffusion peut être utilisée dans les environnements préconfigurés pour des connexions point à point. Cependant, cela nécessite que l'adresse DA à unidiffusion de l'extrémité MEP aval ait été configurée dans l'extrémité MEP émettant la trame AIS.

10.8 Trames LCK

Les trames LCK peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1, spécialement dans un groupe MEG multipoint.

Une adresse DA à unidiffusion peut être utilisée dans les environnements préconfigurés pour des connexions point à point. Cependant, cela nécessite que l'adresse DA à unidiffusion de l'extrémité MEP aval ait été configurée dans l'extrémité MEP émettant la trame LCK.

10.9 Trames TST

Les trames d'essai TST sont produites avec des adresses DA à unidiffusion et peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 si des diagnostics multipoint sont recherchés.

10.10 Trames APS

Les trames APS peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 ou à unidiffusion spécifique.

10.11 Trames MCC

Les trames de canal MCC sont produites avec des adresses DA à unidiffusion. Si un réseau VLAN point à point doit être utilisé, une adresse DA à multidiffusion de classe 1 peut être utilisée.

10.12 Trames LMM

Les trames de message LMM sont produites avec des adresses DA à unidiffusion et peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 si des mesures multipoint sont recherchées.

10.13 Trames LMR

Les trames de réponse LMR sont toujours produites avec des adresses DA à unidiffusion.

10.14 Trames IDM

Les trames IDM sont produites avec des adresses DA à unidiffusion et peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 si des mesures multipoint sont recherchées.

10.15 Trames DMM

Les trames de message DMM sont produites avec des adresses DA à unidiffusion et peuvent être produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 si des mesures multipoint sont recherchées.

10.16 Trames DMR

Les trames de réponse DMR sont toujours produites avec des adresses DA à unidiffusion.

10.17 Trames EXM

Les adresses DA des trames EXM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

10.18 Trames EXR

Les adresses DA des trames EXR sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

10.19 Trames VSM

Les adresses DA des trames VSM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

10.20 Trames VSR

Les adresses DA des trames VSR sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Annexe A

Format d'identificateur de groupe MEG

Les caractéristiques des identificateurs de groupe d'entités de maintenance (identificateurs de groupe MEG) sont les suivantes:

- chaque identificateur de groupe MEG doit être mondialement unique;
- lorsque l'on peut prévoir que le groupe MEG pourra être requis pour l'établissement d'un chemin traversant une frontière entre opérateurs, l'identificateur de groupe MEG doit être à la disposition des autres opérateurs de réseau;
- l'identificateur de groupe MEG ne devrait pas changer tant que le groupe MEG reste en existence;
- l'identificateur de groupe MEG devrait être en mesure d'identifier l'opérateur de réseau qui est chargé du groupe MEG.

Le format générique des identificateurs de groupe MEG propres à la présente Recommandation est représenté dans la Figure A.1.

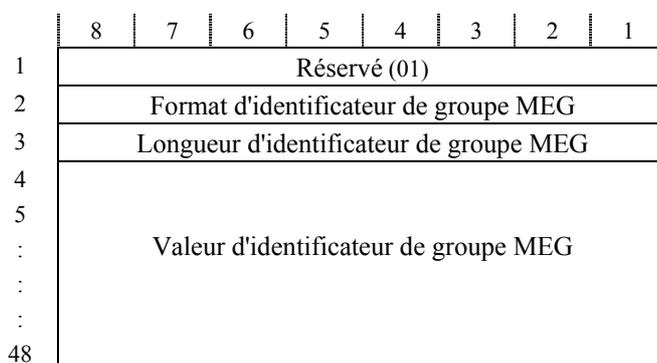


Figure A.1/Y.1731 – Format générique de l'identificateur de groupe MEG

Le type de format d'identificateur de groupe MEG est identifié par le champ de format d'identificateur de groupe MEG. Les valeurs spécifiques des types de format d'identificateur de groupe MEG sont définies dans le Tableau A.1.

Tableau A.1/Y.1731 – Types de format d'identificateur de groupe MEG

Valeur du type de format d'identificateur de groupe MEG	Nom du nuplet TLV
00-31, 64-255	Réservé (Note 1)
Types propres à la présente Recommandation	
32	Format fondé sur l'indicatif ICC
33-63	Réservé (Note 2)
NOTE 1 – Réservé pour définition par l'IEEE 802.1.	
NOTE 2 – Réservé pour future normalisation par l'UIT-T.	

La Figure A.2 montre le format qui utilise l'indicatif UIT d'exploitant (ICC, *ITU carrier code*). Cet indicatif est un code assigné à un opérateur de réseau/fournisseur de service, tenu à jour par le Bureau de la normalisation des télécommunications (TSB) de l'UIT, conformément à la Rec. UIT-T M.1400.

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Réservé (01)							
2	Format d'identificateur de groupe MEG (32)							
3	Longueur d'identificateur de groupe MEG (13)							
4	0	Valeur d'identificateur de groupe MEG[1]						
5	0	Valeur d'identificateur de groupe MEG[2]						
15	0	Valeur d'identificateur de groupe MEG[12]						
16	0	Valeur d'identificateur de groupe MEG[13]						
19	Champ inutilisé (= suite de zéros)							
20								
47								
48								

Figure A.2/Y.1731 – Format d'identificateur de groupe MEG fondé sur l'indicatif ICC

La valeur d'identificateur de groupe MEG identifiée dans la Figure A.2 se compose de 13 caractères codés conformément à la Rec. UIT-T T.50 (Alphabet international de référence – Jeux de caractères codés à 7 bits pour l'échange d'informations).

Il se compose de deux sous-champs: l'indicatif UIT d'exploitant (ICC) suivi par un code identificateur unique de groupe MEG (UMC).

L'indicatif UIT d'exploitant se compose de 1 à 6 caractères alphabétiques justifiés à gauche ou de caractères alphabétiques initiaux avec caractères numériques finals. Le code UMC suit immédiatement l'indicatif ICC et doit se composer de 7 à 12 caractères, avec caractères NUL finals, complétant les 13 caractères de la valeur d'identificateur de groupe MEG. Le code UMC doit relever de l'organisation à laquelle l'indicatif ICC a été attribué, à condition que son unicité soit garantie.

Appendice I

Etats de défaut

Le présent appendice fournit seulement un aperçu général des états de défaut. Les défauts associés et leurs détails seront définis dans la l'Amendement 1 à la Rec. UIT-T G.8021/Y.1341.

I.1 Etat de perte de continuité (LOC, *loss of continuity*)

Une extrémité MEP détecte une perte LOC avec une extrémité MEP homologue quand elle arrête de recevoir des trames de message CCM à partir de cette entité de maintenance homologue. Un tel état de défaut peut être provoqué par des pannes matérielles (p. ex. panne de liaison, panne de dispositif, etc.) ou par des pannes logicielles (p. ex. corruption de mémoire, erreurs de configuration, etc.).

Tableau I.1-1/Y.1731 – Perte LOC: critères d'entrée/sortie

LOC(i)	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP ne reçoit aucune trame de message CCM à partir d'une extrémité MEP homologue (identificateur d'extrémité MEP = i) pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CM.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CCM, l'extrémité MEP reçoit n trames de message CCM à partir de cette extrémité MEP homologue (identificateur d'extrémité MEP = i), où $3 \leq n$.

I.2 Etat d'erreur de multiplexage

Une extrémité MEP détecte une erreur de multiplexage quand elle reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG (c'est-à-dire un niveau de groupe MEG identique à son propre niveau de groupe MEG) mais avec un identificateur incorrect de groupe MEG (indiquant que des trames issues d'une instance de service différente sont multiplexées avec l'instance de service représentée par le propre identificateur de groupe MEG de l'extrémité MEP). Un tel état de défaut est le plus souvent provoqué par une erreur de configuration, mais il pourrait également l'être par une panne matérielle/logicielle dans le réseau.

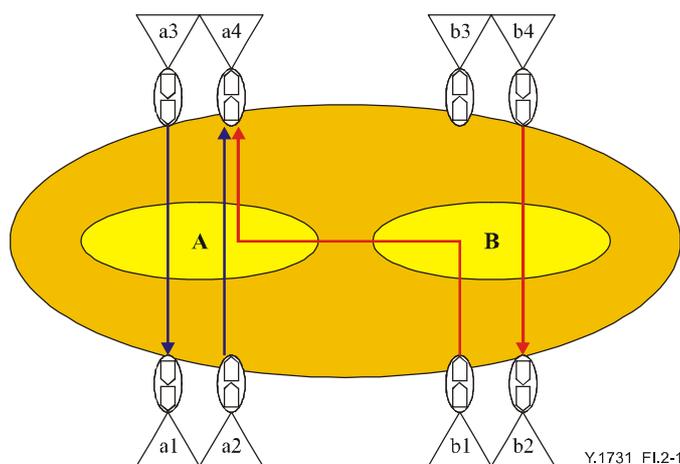


Figure I.2-1/Y.1731 – Etat d'erreur de multiplexage

Tableau I.2-1/Y.1731 – Erreur de multiplexage: critères d'entrée/sortie

Erreur de multiplexage	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG mais avec un identificateur incorrect de groupe MEG.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CCM, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de message CCM avec un identificateur incorrect de groupe MEG.

Quand la détection d'erreur de multiplexage est assortie d'une détection de perte LOC à une extrémité MEP, celle-ci pointe sur la situation de discordance où une extrémité MEP valide peut être échangée avec une extrémité MEP non valide (appartenant à un groupe MEG différent) en termes de connexité dans le réseau.

Concernant les limitations de détection d'erreur de multiplexage, voir l'Appendice V.

I.3 Etat d'extrémité MEP inattendue (UnexpectedMEP)

Une extrémité MEP détecte l'état UnexpectedMEP quand elle reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG (c'est-à-dire un niveau de groupe MEG égal à son propre niveau de groupe MEG de l'extrémité MEP), avec un identificateur correct de groupe MEG mais avec un identificateur inattendu d'extrémité MEP qui contient le propre identificateur de cette extrémité MEP. La détermination de l'état d'identificateur inattendu d'extrémité MEP est possible quand l'extrémité MEP conserve une liste de ses identificateurs d'extrémité MEP homologues. Une liste d'identificateurs d'extrémité MEP homologues doit être configurée dans chaque extrémité MEP pendant la préconfiguration. Cet état de défaut est le plus souvent provoqué par une erreur de configuration.

Tableau I.3-1/Y.1731 – UnexpectedMEP: critères d'entrée/sortie

UnexpectedMEP	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG, avec un identificateur correct de groupe MEG mais avec un identificateur inattendu d'extrémité MEP.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CCM, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de message CCM avec un identificateur inattendu d'extrémité MEP.

I.4 Etat de niveau de groupe MEG inattendu (UnexpectedMEGLevel)

Une extrémité MEP détecte l'état UnexpectedMEGLevel quand elle reçoit une trame de message CCM avec un niveau incorrect de groupe MEG. Le niveau incorrect de groupe MEG est inférieur au propre niveau de groupe MEG de l'extrémité MEP. Un tel état de défaut est le plus souvent provoqué par des erreurs de configuration, p. ex. une configuration impropre du niveau de groupe MEG, extrémités MEP manquantes, etc.

Tableau I.4-1/Y.1731 – UnexpectedMEGLevel: critères d'entrée/sortie

UnexpectedMEGLevel	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec niveau incorrect de groupe MEG.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CCM, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de message CCM avec niveau incorrect de groupe MEG.

I.5 Etat de période inattendue (UnexpectedPeriod)

Une extrémité MEP détecte l'état UnexpectedPeriod quand elle reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG (c'est-à-dire un niveau de groupe MEG égal à son propre niveau de groupe MEG de l'extrémité MEP), avec un identificateur correct de groupe MEG, avec un identificateur correct d'extrémité MEP, mais avec un champ de période ayant une valeur différente de sa propre période d'émission de message CCM. Un tel défaut est le plus souvent provoqué par une erreur de configuration.

Tableau I.5-1/Y.1731 – UnexpectedPeriod: critères d'entrée/sortie

UnexpectedPeriod	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec un niveau correct de groupe MEG, avec un identificateur correct de groupe MEG, avec un identificateur correct d'extrémité MEP, mais avec un champ de période ayant une valeur différente de sa propre période d'émission de message CCM.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de message CCM, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de message CCM avec un champ incorrect de valeur de période.

I.6 Etat de panne de signal (SignalFail)

Une extrémité MEP déclare un état de panne de signal dès la détection d'états de défaut y compris: perte de continuité, erreur de multiplexage, extrémité MEP inattendue, niveau de groupe MEG inattendu, etc.

L'état de panne de signal peut également être déclaré par la fonction de terminaison de couche Serveur afin de signaler un état de défaut dans la couche Serveur à la fonction d'adaptation entre serveur distant et couche ETH, p. ex. à l'extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant.

I.7 Etat de signal AIS

Une extrémité MEP détecte l'état AIS quand elle reçoit une trame AIS. Un tel défaut est provoqué par la détection de l'état de panne de signal dans une couche Serveur ou par la réception d'un signal AIS à une extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant si cette extrémité MEP n'utilise pas la fonction ETH-CC.

Tableau I.7-1/Y.1731 – AIS: critères d'entrée/sortie

AIS	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame AIS.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission du signal AIS, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de signal AIS OU, quand la fonction ETH-CC est utilisée, lors de la relève d'un défaut de perte LOC dans cette extrémité MEP.

Une extrémité MEP peut décider si elle bloque des trames de données quand elle détecte le signal AIS. L'exigence principale qui influence cette décision est que les trames de données doivent être autant réexpédiées que possible, sans possibilité de réexpédition en aval des trames de données erronées. Le Tableau I.7-2 en donne un exemple. Une description détaillée du blocage de données sera fourni dans l'Amendement 1 à la Rec. UIT-T G.8021/Y.1341.

Tableau I.7-2/Y.1731 – Exemples de blocage de données en cas d'AIS

Condition de production du signal AIS	Décision de blocage de trames de données
LOC, détection d'état UnexpectedPeriod	Ne pas bloquer
Réception de trame AIS	Ne pas bloquer
Erreur de multiplexage, détection d'état UnexpectedMEP	Bloquer
Détection d'état UnexpectedMEGLevel	Bloquer

I.8 Etat d'indication RDI

Une extrémité MEP détecte l'état RDI quand elle reçoit une trame de message CCM avec le champ RDI activé.

Tableau I.8-1/Y.1731 – RDI: critères d'entrée/sortie

RDI	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec le champ RDI activé.
Critères de sortie	Une extrémité MEP reçoit une trame de message CCM avec le champ RDI désactivé.

I.9 Etat de verrouillage LCK

Une extrémité MEP détecte l'état LCK quand elle reçoit une trame LCK. Un tel défaut est provoqué par une action intentionnelle d'administration/de diagnostic à une extrémité MEP de (sous-) couche de serveur distant qui se traduit par une interruption du trafic de données clientes.

Tableau I.9-1/Y.1731 – LCK: critères d'entrée/sortie

LCK	
Critères d'entrée	Une extrémité MEP reçoit une trame LCK.
Critères de sortie	Pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de trames LCK, l'extrémité MEP ne reçoit pas de trames de verrouillage LCK.

Appendice II

Scénarios de réseau Ethernet

II.1 Exemple de niveaux partagés de groupe MEG

La Figure II.1 fournit un exemple de scénario avec répartition par défaut des niveaux de groupe MEG, où les rôles de client, de fournisseur et d'opérateur se partagent les niveaux de groupe MEG. Dans cette figure, les triangles représentent les extrémités MEP, les cercles représentent les points MIP et les losanges représentent les points TrCP.

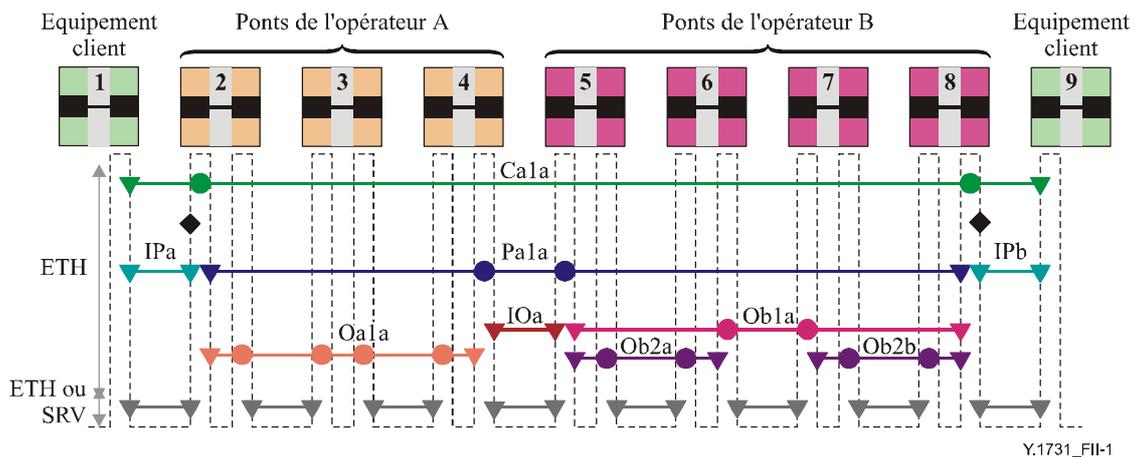


Figure II.1/Y.1731 – Exemple d'attribution partagée des niveaux de groupe MEG

- L'entité ME de client d'UNI_C à UNI_C (Ca1a) peut être assignée à un niveau 5 de groupe MEG de client. Cela permet de créer plus d'entités ME de client à des niveaux supérieurs de groupe MEG, c'est-à-dire 6 et 7, si ces entités ME de client sont requises à des niveaux additionnels de groupe MEG de client.
- L'entité ME de fournisseur d'UNI_N à UNI_N (Pa1a) peut être assignée à un niveau 4 de groupe MEG de fournisseur. Cela permet de créer plus d'entités ME de fournisseur à un niveau inférieur de groupe MEG, c'est-à-dire 3, si des entités ME additionnelles sont requises à un niveau inférieur de groupe MEG de fournisseur.
- Les entités ME d'opérateur de bout en bout (Oa1a et Ob1a) peuvent être assignées à un niveau 2 de groupe MEG d'opérateur. Cela permet de créer plus d'entités ME d'opérateur à des niveaux inférieurs de groupe MEG, c'est-à-dire 1 et 0, si ces entités ME d'opérateur sont requises à des niveaux additionnels de groupe MEG d'opérateur dans chaque réseau d'opérateur.
- Des entités ME d'opérateur de segment dans le réseau de l'opérateur B (Ob2a et Ob2b) peuvent être maintenant assignées à un niveau inférieur de groupe MEG, p. ex. 1, si l'opérateur B a besoin de telles entités ME.
- Des entités ME entre client et fournisseur d'UNI_C à UNI_N (IPa et IPb) peuvent être assignées à un niveau 0 de groupe MEG. Cela permet au fournisseur de filtrer de telles trames OAM à l'interface UNI_N car le fournisseur n'est tenu d'offrir la transparence qu'aux niveaux 7, 6 et 5 de groupe MEG de client.
- Des entités ME entre opérateurs (IOa) peuvent être assignées à un niveau 0 de groupe MEG. Cela permet à l'opérateur de filtrer de telles trames OAM car il n'est tenu d'offrir la transparence qu'aux niveaux de groupe MEG de client et de fournisseur.

II.2 Exemple de niveaux indépendants de groupe MEG

La Figure II.2 fournit un exemple de scénario où client et fournisseur de service ne se partagent pas les niveaux de groupe MEG. Cependant, le fournisseur de service et l'opérateur se partagent les niveaux de groupe MEG. Dans la figure, les triangles représentent les extrémités MEP, les cercles représentent les points MIP et les losanges représentent des points TrCP.

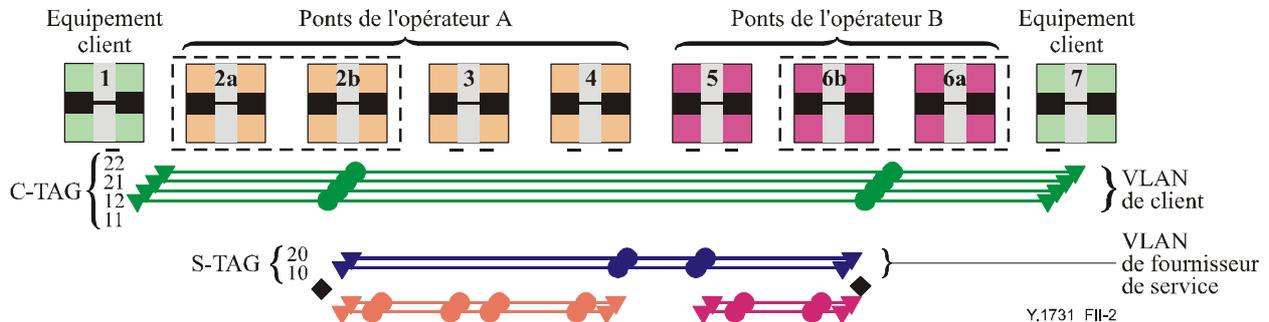


Figure II.2/Y.1731 – Exemple de répartition de niveaux de groupe MEG indépendants

- Dans l'exemple précédent, quatre réseaux VLAN de client (11, 12, 21 et 22) et les groupes MEG de client correspondants (représentés en vert) sont complètement indépendants des deux réseaux VLAN de fournisseur de service (20 et 10) et des groupes MEG de fournisseur de service correspondants (représentés en bleu).
- En conséquence, le client et le fournisseur de service peuvent utiliser indépendamment les huit niveaux de groupe MEG.
- Le fournisseur de service et l'opérateur se partagent cependant l'espace de niveau de groupe MEG, comme dans la Figure II.1. Dans ce cas, les huit niveaux de groupe MEG peuvent faire l'objet d'un accord mutuel entre le fournisseur de service et l'opérateur.
- Dans l'exemple précédent, le client doit envoyer des trames OAM sous forme de trames à étiquetage de réseau VLAN ou à étiquetage de priorité afin d'utiliser indépendamment les huit niveaux de groupe MEG. Cependant, si le client utilise des trames OAM non étiquetées, les niveaux de groupe MEG peuvent ne plus être indépendants et les niveaux de groupe MEG de client et de fournisseur n'ont plus besoin de faire l'objet d'un accord mutuel entre client et fournisseur de service.

Appendice III

Mesure de perte de trame

III.1 Calculs de perte de trame

Pour le calcul de perte de trame, les quatre cas ci-dessous devraient être pris en considération.

- Aucun débordement des compteurs d'émissions comme de réceptions.
- Seul le compteur d'émissions déborde.
- Seul le compteur de réceptions déborde.
- Les compteurs d'émissions comme de réceptions débordent.

Dans chaque cas, la perte de trame peut être calculée comme suit.

- Aucun débordement des compteurs d'émissions comme de réceptions (voir la Figure III.1):

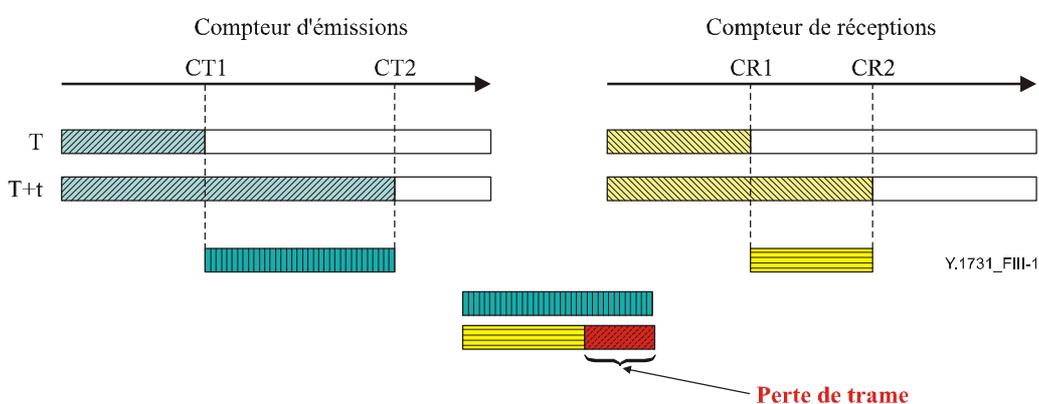


Figure III.1/Y.1731 – Aucun débordement

Dans ce cas, la perte de trame peut être calculée par le simple calcul suivant:

$$\text{Perte de trame} = (\text{CT2} - \text{CT1}) - (\text{CR2} - \text{CR1})$$

- Seul le compteur d'émissions déborde (voir la Figure III.2):

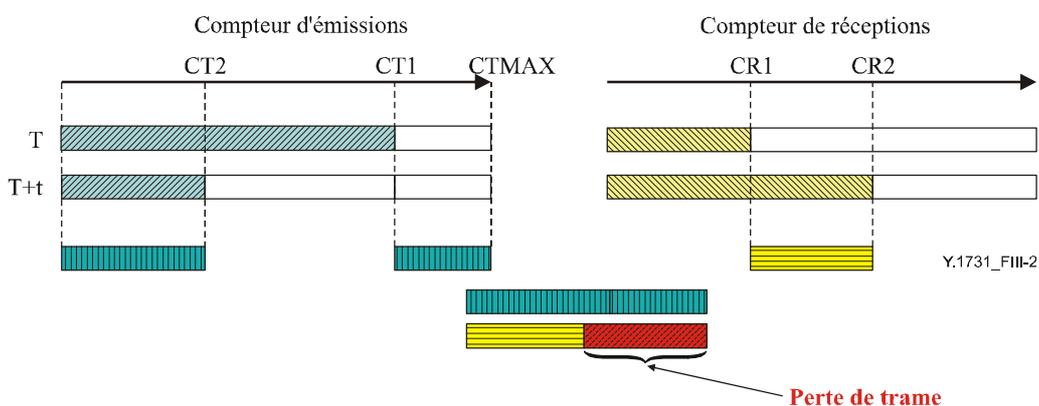


Figure III.2/Y.1731 – Le compteur d'émissions déborde

Dans ce cas, la perte peut être calculée par le calcul suivant, comme décrit dans le paragraphe précédent:

$$\begin{aligned} \text{Perte de trame} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - (CR2 - CR1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) \end{aligned}$$

c) Seul le compteur de réceptions déborde (voir la Figure III.3):

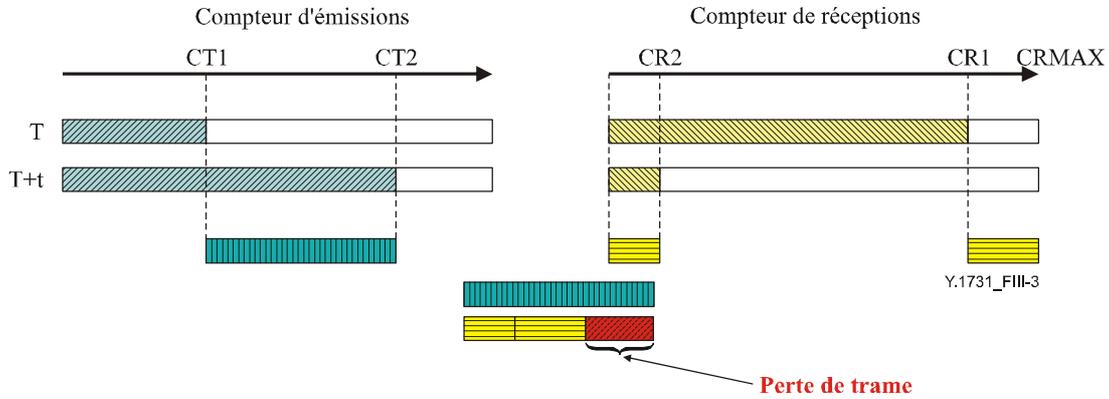


Figure III.3/Y.1731 – Le compteur de réceptions déborde

$$\begin{aligned} \text{Perte de trame} &= (CT2 - CT1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

d) Débordement des compteurs d'émissions comme de réceptions (voir la Figure III.4):

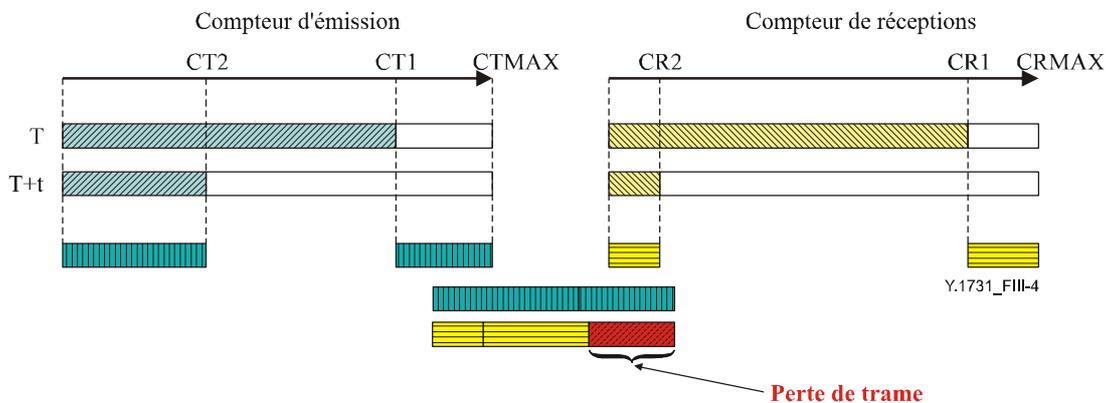


Figure III.4/Y.1731 – Les deux compteurs débordent

$$\begin{aligned} \text{Perte de trame} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

III.1.1 Calcul simplifié de perte de trame

Si le calcul est traité en mode de valeurs non signées, la formule de calcul pour la perte de trame peut être grandement simplifiée par les caractéristiques suivantes:

$$N + (MAX + 1) \equiv N \text{ mod}(MAX + 1)$$

$$N - (MAX + 1) \equiv N \text{ mod}(MAX + 1)$$

Les formules de perte de trame (décrites dans les § 8.1.1 et 8.1.2) peuvent donc être transformées comme suit.

- a) **Perte de trame** = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- b) **Perte de trame** = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + CTMAX + 1$
 $= ((CT2 + (CTMAX+1)) - CT1) - (CR2 - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- c) **Perte de trame** = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1)$
 $= (CT2 - CT1) - ((CR2 + CRMAX + 1) - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- d) **Perte de trame** = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1)$
 $= ((CT2 + (CTMAX + 1)) - CT1) - ((CR2 + (CRMAX + 1)) - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$

Conformément à la description ci-dessus, on peut calculer la perte de trame au moyen de cette unique formule de calcul pour un cas quelconque, si l'on choisit le mode de valeurs non signées.

III.2 Périodicité de débordement du compteur de trames

Le présent paragraphe fournit un aperçu de la périodicité de débordement des compteurs de trames de 4 octets à différents débits d'interface et à différentes longueurs de trame. Les débits d'interface considérés sont: 1 Gbit/s, 10 Gbit/s et 100 Gbit/s. Les longueurs de trame considérées sont: 64 octets (longueur minimale d'une trame Ethernet) et 1522 octets (longueur maximale d'une trame Ethernet).

Tableau III.1/Y.1731 – Période de débordement du compteur de trames

Débit d'interface	Longueur de trame	Période de débordement du compteur de trames de 4 octets
1 Gbit/s	64 octets	$(2^{32})/((10^9)/((64+12)*8)) = 2611$ secondes
1 Gbit/s	1522 octets	$(2^{32})/((10^9)/((1522+12)*8)) = 52707$ secondes
10 Gbit/s	64 octets	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((64+12)*8)) = 261$ secondes
10 Gbit/s	1522 octets	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((1522+12)*8)) = 5270$ secondes
100 Gbit/s	64 octets	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((64+12)*8)) = 26$ secondes
100 Gbit/s	1522 octets	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((1522+12)*8)) = 527$ secondes

Appendice IV

Interfonctionnement OAM dans un réseau

Les exigences d'interfonctionnement entre réseaux stratifiés sont les suivantes:

- lors de la détection d'un état de défaut dans la couche Serveur, la fonction d'adaptation entre le serveur distant et la couche de client devrait être en mesure d'insérer le signal AIS dans la couche de client;
- le format du signal AIS inséré est propre à la couche de client.

Par exemple, quand la couche client est Ethernet, une extrémité MEP jouant le rôle de serveur distant (présentée dans le § 5.3.1) est utilisée.

Appendice V

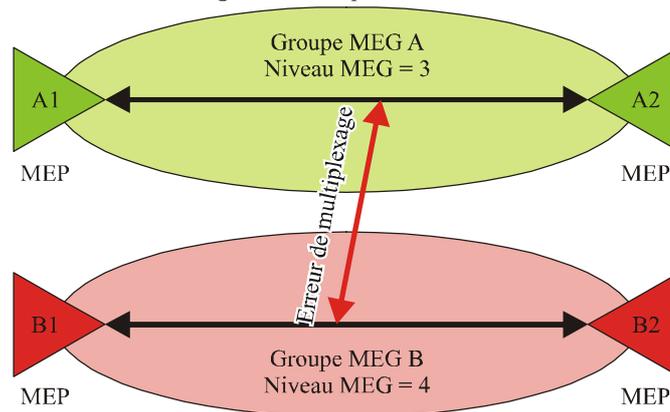
Limitation de la détection des erreurs de multiplexage

Pour la détection des défauts, les extrémités MEP ne prennent en considération que les trames de message CCM possédant leur propre niveau – ou un niveau inférieur – de groupe MEG. Les trames de message CCM possédant des niveaux supérieurs de groupe MEG sont entièrement transférées afin d'offrir la transparence OAM définie dans le § 5.7. Ce comportement conduit à une limitation de la détection d'erreur de multiplexage comme représenté dans la Figure V.1.

En cas d'erreur de multiplexage entre groupes MEG de niveaux différents, les extrémités MEP du groupe MEG ayant le plus bas niveau de groupe MEG ne détecteront aucun défaut car les trames de message CCM provenant du groupe MEG ayant le plus haut niveau de groupe MEG seront transférées entièrement de façon transparente par les extrémités MEP. Les extrémités MEP du groupe MEG ayant le plus haut niveau détecteront l'état *UnexpectedMEGLevel* comme défini dans le § I.4.

En cas d'erreur de multiplexage unilatérale entre le groupe MEG ayant le plus haut niveau et le groupe MEG ayant le plus bas niveau, aucun défaut ne sera détecté.

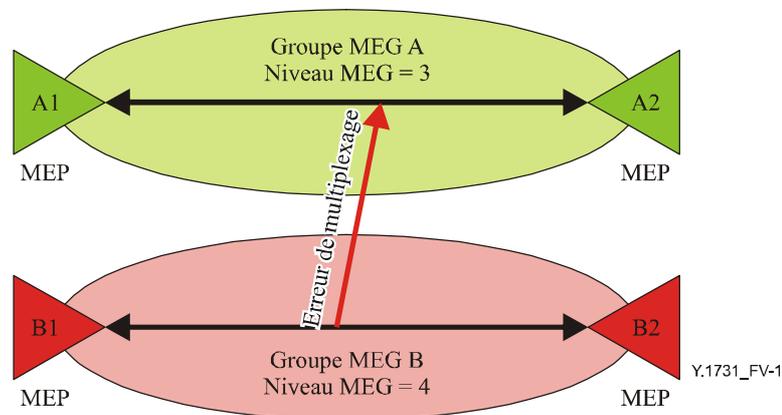
Aucun défaut n'est détecté par les extrémités MEP du groupe MEG A car seuls les niveaux MEG inférieurs ou égaux à 3 sont pris en considération.



Etat *Unexpected MEGLevel* détecté par les extrémités MEP du groupe MEG B

a) Erreur de multiplexage bilatérale

Aucun défaut n'est détecté par les extrémités MEP du groupe MEG A car seuls les niveaux MEG inférieurs ou égaux à 3 sont pris en considération.



Aucun défaut n'est détecté car il n'y a pas d'erreur de multiplexage par rapport au groupe MEP B

b) Erreur de multiplexage unilatérale

Figure V.1/Y.1731 – Limitation de la détection des erreurs de multiplexage

Appendice VI

Alignement terminologique avec le projet IEEE 802.1ag

La relation entre la terminologie utilisée dans la présente Recommandation et celle du projet IEEE 802.1ag est exposée ci-dessous.

Tableau VI.1/Y.1731 – Correspondances terminologiques

Terme Y.1731	Terme 802.1ag	Remarques
MEG	Association de maintenance (MA)	
MEG ID	MAID (nom de domaine + nom abrégé d'association MA)	A la différence du projet 802.1ag, l'identificateur de groupe MEG n'implique pas, dans la présente Recommandation, de séparation entre nom de domaine et nom abrégé de groupe MEG.
Niveau de groupe MEG	Niveau d'association MA	

BIBLIOGRAPHIE

- Recommandation UIT-T G.8021/Y.1341 (2004), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de réseau de transport Ethernet – Amendement 1 (06/2006)*.
- Projet IEEE 802.1ag, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Virtual Bridged Local Area Networks – Amendment 5: Connectivity Fault Management (Norme IEEE pour réseaux de zones locale et régionale – Réseaux locaux routés en dérivation virtuelle – Amendement 5: Gestion des dérangements de connexité)*.
- RFC 2544 (1999), *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices (Méthode d'évaluation des dispositifs d'interconnexion de réseaux)*.

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
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	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