

UIT-T

G.8013/Y.1731

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TELECOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(08/2015)

**SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES**

Aspects relatifs aux protocoles en mode paquet sur
couche Transport – Aspects relatifs au protocole Ethernet
sur couche Transport

**SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX
DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES
OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES**

Aspects relatifs au protocole Internet – Gestion,
exploitation et maintenance

**Fonctions et mécanismes d'exploitation,
d'administration et de maintenance pour les
réseaux basés sur Ethernet**

Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
Aspects relatifs au protocole Ethernet sur couche Transport	G.8000–G.8099
Aspects relatifs au protocole MPLS sur couche Transport	G.8100–G.8199
Synchronisation, objectifs de qualité et de disponibilité	G.8200–G.8299
Gestion des services	G.8600–G.8699
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731

Fonctions et mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour les réseaux basés sur Ethernet

Résumé

La Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731 fournit des mécanismes pour la fonctionnalité d'exploitation, administration et maintenance (OAM) dans le plan utilisateur des réseaux Ethernet conformément aux exigences et aux principes indiqués dans la Recommandation UIT-T Y.1730. La présente Recommandation est spécifiquement conçue de façon à prendre en charge les connexions point à point et la connectivité multipoint dans la couche Ethernet (ETH) définie dans la Recommandation UIT-T G.8010/Y.1306.

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

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T Y.1731	2006-05-22	13	11.1002/1000/7192
2.0	ITU-T Y.1731	2008-02-29	13	11.1002/1000/9347
2.1	ITU-T Y.1731 (2008) Amd. 1	2010-07-29	15	11.1002/1000/10925
3.0	ITU-T G.8013/Y.1731	2011-07-22	15	11.1002/1000/11136
3.1	ITU-T G.8013/Y.1731 (2011) Cor. 1	2011-10-29	15	11.1002/1000/11418
3.2	ITU-T G.8013/Y.1731 (2011) Amd. 1	2012-05-07	15	11.1002/1000/11511
4.0	ITU-T G.8013/Y.1731	2013-11-06	15	11.1002/1000/12029
4.1	ITU-T G.8013/Y.1731 (2013) Amd. 1	2015-02-22	15	11.1002/1000/12381
5.0	ITU-T G.8013/Y.1731	2015-08-13	15	11.1002/1000/12552

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) 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 2017

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.....	1
3	Définitions	3
3.1	Termes définis ailleurs	3
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation	4
4	Abréviations et acronymes	4
5	Conventions	7
5.1	Groupe d'entités ME (MEG)	7
5.2	Point de conditionnement du trafic (TrCP)	7
5.3	Niveau de groupe MEG	7
5.4	Transparence OAM	8
5.5	Représentation des octets	8
6	Relations OAM.....	9
6.1	Relation entre entités ME, points MEP, points MIP et points TrCP.....	9
6.2	Relation entre entités ME, groupes MEG et niveau de groupe MEG	9
6.3	Configuration des points MEP et des points MIP	11
7	Fonctions OAM pour la gestion des dérangements	11
7.1	Contrôle de continuité Ethernet (ETH-CC).....	11
7.2	Bouclage Ethernet (ETH-LB).....	13
7.3	Trace de liaison Ethernet (ETH-LT)	17
7.4	Signal d'indication d'alarme Ethernet (ETH-AIS).....	20
7.5	Indication de défaut distant Ethernet (ETH-RDI)	22
7.6	Signal verrouillé Ethernet (ETH-LCK).....	23
7.7	Signal de test Ethernet (ETH-Test)	24
7.8	Commutation de protection automatique Ethernet (ETH-APS).....	25
7.9	Canal de communication de maintenance Ethernet (ETH-MCC).....	26
7.10	Signal OAM expérimental Ethernet (ETH-EXP).....	26
7.11	Signal OAM propre à un vendeur Ethernet (ETH-VSP).....	27
7.12	Défaillance de signal client Ethernet (ETH-CSF).....	27
7.13	Notification de bande passante Ethernet (ETH-BN).....	28
7.14	Fonction de défaut attendu Ethernet (ETH-ED).....	31
8	Fonctions OAM pour la surveillance de la performance.....	32
8.1	Mesure de perte de trame (ETH-LM).....	33
8.2	Mesure du délai de trame (ETH-DM)	37
8.3	Mesure de débit utile	40
8.4	Mesure de perte synthétique (ETH-SLM).....	40
9	Types d'unité PDU OAM	44
9.1	Éléments communs d'information OAM.....	44

	Page
9.2	Unité PDU CCM 47
9.3	Unité PDU LBM..... 49
9.4	Unité PDU LBR 51
9.5	Unité PDU LTM..... 52
9.6	Unité PDU LTR..... 54
9.7	Unité PDU AIS..... 56
9.8	Trame LCK..... 57
9.9	Unité PDU TST 58
9.10	Unité PDU APS..... 59
9.11	Unité PDU MCC 60
9.12	Unité PDU LMM..... 61
9.13	Unité PDU LMR..... 62
9.14	Unité PDU 1DM..... 63
9.15	Unité PDU DMM 64
9.16	Unité PDU DMR 66
9.17	Unité PDU EXM 67
9.18	Unité PDU EXR 68
9.19	Unité PDU VSM..... 69
9.20	Unité PDU VSR 70
9.21	Défaillance de signal client (CSF)..... 71
9.22	Unité PDU SLM 72
9.23	Unité PDU SLR..... 73
9.24	Unité PDU 1SL..... 74
9.25	Unité PDU BNM 76
9.26	Unité PDU EDM 77
10	Adresses de trame OAM..... 78
10.1	Adresses de destination à multidiffusion..... 78
10.2	Trames CCM 79
10.3	Trames LBM 79
10.4	Trames LBR 79
10.5	Trames LTM..... 79
10.6	Trames LTR..... 79
10.7	Trames AIS..... 79
10.8	Trames LCK 80
10.9	Trames TST 80
10.10	Trames APS..... 80
10.11	Trames MCC 80
10.12	Trames LMM..... 80
10.13	Trames LMR 80
10.14	Trames 1DM..... 80

	Page
10.15 Trames DMM	80
10.16 Trames DMR	80
10.17 Trames EXM	80
10.18 Trames EXR	80
10.19 Trames VSM	81
10.20 Trames VSR	81
10.21 Trames CSF	81
10.22 Trames SLM.....	81
10.23 Trames SLR.....	81
10.24 Trames 1SL	81
10.25 Trames BNM	81
10.26 Trames EDM	81
11 Validation et indication de la version des unités PDU OAM	82
11.1 Transmission d'unités PDU OAM	83
11.2 Validation des unités PDU OAM à la réception	83
11.3 Réception des unités PDU OAM après la validation	84
Annexe A – Format d'identifiant de groupe MEG	85
A.1 Format d'identifiant de groupe MEG basé sur l'ICC	86
A.2 Format d'identifiant de groupe MEG mondial basé sur le CC et l'ICC	87
Annexe B – Considérations relatives à l'interopérabilité pour la trace de liaison Ethernet (ETH-LT) définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731]	89
B.1 Trace de liaison Ethernet (ETH-LT) définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731]	89
B.2 Interfonctionnement avec la Recommandation [UIT-T Y.1731]	89
Appendice I – Scénarios de réseau Ethernet	91
I.1 Exemple de niveaux partagés de groupe MEG	91
I.2 Exemple de niveaux indépendants de groupe MEG.....	92
Appendice II – Mesure de perte de trame	93
II.1 Calcul simplifié de perte de trame	94
II.2 Périodicité de débordement du compteur de trames.....	95
Appendice III – Interfonctionnement OAM dans un réseau	96
Appendice IV – Limitation de la détection des erreurs de multiplexage	97
Appendice V – Alignement terminologique avec la norme [IEEE 802.1Q]	98
Appendice VI – Exemples illustrant la précision des mesures ETH-SLM.....	99
Appendice VII – Fonction ETH-LM et agrégation de liaisons.....	100
Bibliographie.....	103

Introduction

L'UIT-T a élaboré la Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731 en coopération avec le Projet IEEE 802.1ag (Gestion des défauts de connectivité). Les travaux de l'IEEE étant maintenant terminés, des modifications ont été apportées à la présente Recommandation afin d'harmoniser parfaitement les résultats finals et d'inclure les références normatives appropriées aux documents de l'IEEE. Par ailleurs, l'UIT-T a entrepris d'autres études approfondies sur les détails relatifs à la mise en oeuvre (c'est-à-dire la spécification des fonctions des équipements).

Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731

Fonctions et mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour les réseaux basés sur Ethernet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les mécanismes d'exploitation et de maintenance nécessaires concernant les aspects réseau et service de la couche ETH. Elle spécifie également les formats des trames OAM Ethernet ainsi que la syntaxe et la sémantique des champs des trames OAM. Les mécanismes OAM décrits dans la présente Recommandation s'appliquent aussi bien aux connexions ETH point à point qu'à la connectivité ETH multipoint, y compris les connexions multipoint à multipoint et les connexions multipoint racine. 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 ou de systèmes d'appui à l'exploitation).

La base architecturale de la présente Recommandation est la spécification Ethernet [UIT-T G.8010], qui tient également compte des normes [IEEE 802.1Q] et [IEE 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

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.

- [UIT-T G.805] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport.*
- [UIT-T G.806] Recommandation UIT-T G.806 (2012), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique.*
- [UIT-T G.809] Recommandation UIT-T G.809 (2003), *Architecture fonctionnelle des réseaux de couche sans connexion.*
- [UIT-T G.826] 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.*
- [UIT-T G.7710] Recommandation UIT-T G.7710/Y.1701 (2012), *Prescriptions de la fonction de gestion d'équipements communs.*
- [UIT-T G.8001] Recommandation UIT-T G.8001/Y.1354 (2013), *Termes et définitions relatifs aux trames Ethernet sur la couche Transport.*
- [UIT-T G.8010] Recommandation UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture des réseaux de couche Ethernet.*
- [UIT-T G.8021] Recommandation UIT-T G.8021/Y.1341 (2015), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements des réseaux de transport Ethernet.*

- [UIT-T G.8031] Recommandation UIT-T G.8031/Y.1342 (2015), *Commutation de protection linéaire Ethernet*.
- [UIT-T G.8032] Recommandation UIT-T G.8032/Y.1344 (2015), *Commutation de protection annulaire Ethernet*.
- [UIT-T G.8113.1] Recommandation UIT-T G.8113.1/Y.1372.1 (2012), *Mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour la technologie MPLS-TP dans les réseaux de transport en mode paquet*.
- [UIT-T M.1400] Recommandation UIT-T M.1400 (2013), *Désignations des interconnexions entre opérateurs de réseau*.
- [UIT-T O.150] Recommandation UIT-T O.150 (1996), *Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique*.
- [UIT-T T.50] Recommandation UIT-T T.50 (1992), *Alphabet international de référence (ancien alphabet international n°5 ou IA5) – Technologies de l'information – Jeux de caractères codés à 7 bits pour l'échange d'informations*.
- [UIT-T Y.1563] Recommandation UIT-T Y.1563 (2009), *Transfert de trames Ethernet - Qualité de fonctionnement et disponibilité*.
- [UIT-T Y.1564] Recommandation UIT-T Y.1564 (2011), *Méthode de test de l'activation de services Ethernet*.
- [UIT-T Y.1730] Recommandation UIT-T Y.1730 (2004), *Prescriptions relatives aux fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance dans les réseaux basés sur Ethernet et les services Ethernet*.
- [UIT-T Y.1731] Recommandation UIT-T Y.1731 (2006), *Fonctions et mécanismes OAM pour les réseaux basés sur Ethernet*.
- [CEI 61588] CEI 61588 (2009), *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*.
<<https://webstore.iec.ch/publication/5639>>
- [IEEE 1588] IEEE 1588-2002, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems*.
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/1588-2002.html>>
- [IEEE 802] IEEE 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*.
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802-2014.html>>
- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1Q-2014, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Bridges and Bridged Networks*
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.1Q-2014.html>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2012, *IEEE Standard for Ethernet*.
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.3-2012.html>>
- [ISO 3166-1] ISO 3166-1 (2013), *Codes pour la représentation des noms de pays et de leurs subdivisions – Partie 1 Codes pays*.
- [MEF 10.3] MEF 10.3 (2013), *Ethernet Services Attributes Phase 3*.
<http://www.metroethernetforum.org/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF_10.3.pdf>

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants, qui sont définis ailleurs:

- 3.1.1 **adaptation:** [UIT-T G.809].
- 3.1.2 **informations adaptées:** [UIT-T G.809].
- 3.1.3 **relation client/serveur:** [UIT-T G.809].
- 3.1.4 **point de connexion:** [UIT-T G.805].
- 3.1.5 **chemin sans connexion:** [UIT-T G.809].
- 3.1.6 **défaut:** [UIT-T G.806].
- 3.1.7 **bilatéral:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.8 **défaillance:** [UIT-T G.806].
- 3.1.9 **extrémité distante:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.10 **flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.11 **domaine de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.12 **flux de domaine de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.13 **point de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.14 **groupe de points de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.15 **liaison de groupe de points de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.16 **terminaison de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.17 **puits de terminaison de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.18 **source de terminaison de flux:** [UIT-T G.809].
- 3.1.19 **point MEP initiateur:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.20 **conforme au profil:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.21 **fonctions OAM en service:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.22 **réseau de couche:** [UIT-T G.809].
- 3.1.23 **liaison:** [UIT-T G.805].
- 3.1.24 **connexion de liaison:** [UIT-T G.805].
- 3.1.25 **flux de liaison:** [UIT-T G.809].
- 3.1.26 **entité de maintenance:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.27 **groupe d'entités de maintenance:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.28 **point d'extrémité de groupe MEG (MEP):** [UIT-T G.8001].
- 3.1.29 **point intermédiaire de groupe MEG (MIP):** [UIT-T G.8001].
- 3.1.30 **extrémité proche:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.31 **réseau:** [UIT-T G.809].
- 3.1.32 **connexion de réseau:** [UIT-T G.805].
- 3.1.33 **fonctions OAM à la demande:** [UIT-T G.8001].

- 3.1.34 **dans un sens:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.35 **identifiant unique d'organisation:** [IEEE 802].
- 3.1.36 **fonctions OAM hors service:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.37 **point MEP homologue:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.38 **port:** [UIT-T G.809].
- 3.1.39 **fonctions OAM proactives:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.40 **point MEP récepteur:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.41 **point de référence:** [UIT-T G.809].
- 3.1.42 **point MEP répondant:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.43 **point MEP serveur:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.44 **unilatéral:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.45 **point de connexion de terminaison:** [UIT-T G.805].
- 3.1.46 **point de flux de terminaison:** [UIT-T G.809].
- 3.1.47 **unité de trafic:** [UIT-T G.809].
- 3.1.48 **chemin:** [UIT-T G.805].
- 3.1.49 **terminaison de chemin:** [UIT-T G.805].
- 3.1.50 **transport:** [UIT-T G.809].
- 3.1.51 **entité de transport:** [UIT-T G.809].
- 3.1.52 **fonction de traitement de transport:** [UIT-T G.809].
- 3.1.53 **dans les deux sens:** [UIT-T G.8001].

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

Aucun.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

1DM	mesure de délai dans un sens (<i>one-way delay measurement</i>)
1SL	mesure de perte synthétique dans un sens (<i>one-way synthetic loss measurement</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
APS	commutation de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
BNM	message de notification de bande passante (<i>bandwidth notification message</i>)
CCM	message de contrôle de continuité (<i>continuity check message</i>)
CoS	classe de service (<i>class of service</i>)
CP	point de connexion (<i>connection point</i>)
CSF	défaillance de signal client (<i>client signal fail</i>)
DA	adresse MAC de destination (<i>destination MAC address</i>)
DEI	indicateur d'admissibilité au rejet (<i>drop eligible indicator</i>)
DMM	message de mesure de délai (<i>delay measurement message</i>)

DMR	réponse au message de mesure de délai (<i>delay measurement reply</i>)
EDM	message de défaut attendu (<i>expected defect message</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-BN	fonction de notification de bande passante Ethernet (<i>Ethernet bandwidth notification function</i>)
ETH-CC	fonction de contrôle de continuité Ethernet (<i>Ethernet continuity check function</i>)
ETH-CSF	fonction de défaillance de signal client Ethernet (<i>Ethernet client signal fail function</i>)
ETH-DM	fonction de mesure de délai Ethernet (<i>Ethernet delay measurement function</i>)
ETH-ED	fonction de défaut attendu Ethernet (<i>Ethernet expected defect function</i>)
ETH-EXP	fonction de signal OAM expérimental Ethernet (<i>Ethernet experimental OAM function</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 mesure 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-SLM	fonction de mesure de perte synthétique Ethernet (<i>Ethernet synthetic loss measurement function</i>)
ETH-Test	fonction de test Ethernet (<i>Ethernet test function</i>)
ETH-TFP	point de flux de terminaison Ethernet (<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 message OAM expérimental (<i>experimental OAM reply</i>)
FLR	taux de perte de trames (<i>frame loss ratio</i>)
FT	terminaison de flux (<i>flow termination</i>)
GNM	message de notification générique (<i>generic notification message</i>)
ICC	code d'exploitant UIT (<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>)
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>)
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	point d'extrémité de groupe MEG (<i>MEG end point</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 noeuds de réseau (<i>network node interface</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
OAM	exploitation, administration et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OSS	système d'appui à l'exploitation (<i>operations support system</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
OUI	identifiant unique d'organisation (<i>organizationally unique identifier</i>)
PCP	code de priorité (<i>priority code point</i>)
PDU	unité de données de protocole (<i>protocol data unit</i>)
PE	bord 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 avec beaucoup d'erreurs (<i>severely errored seconds</i>)
SLA	accord de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
SLM	message de perte synthétique (<i>synthetic loss message</i>)
SLR	réponse au message de perte synthétique (<i>synthetic loss reply</i>)
SRV	serveur (distant)
STP	protocole d'interconnexion arborescente (<i>spanning tree protocol</i>)
TCI	information de contrôle d'étiquette (<i>tag control information</i>)
TLV	type, longueur et valeur
TrCP	point de conditionnement du trafic (<i>traffic conditioning point</i>)
TST	unité PDU de test (<i>test PDU</i>)

TTL	durée de vie (<i>time to live</i>)
UMC	code d'identifiant de groupe MEG unique (<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>)
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 en mode connexion et en mode sans connexion, décrites dans la présente Recommandation, sont celles des Recommandations [UIT-T G.805], [UIT-T G.809] et [UIT-T G.8010].

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

5.1 Groupe d'entités ME (MEG)

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

- la même frontière administrative s'applique à toutes les entités ME d'un groupe MEG;
- toutes les entités ME d'un groupe MEG ont le même niveau de groupe MEG (voir le § 5.3);
- toutes les entités ME d'un groupe MEG appartiennent à la même connexion ETH point à point ou à la même connexion ETH multipoint.

Pour une connexion ETH point à point, un groupe MEG contient une seule entité ME.

Pour une connexion ETH multipoint contenant n points d'extrémité, un groupe MEG contient $n*(n-1)/2$ entités ME.

Pour une connexion ETH multipoint racine contenant k points d'extrémité racine et m points d'extrémité feuille, un groupe MEG peut éventuellement contenir des entités ME entre les points d'extrémité feuille; si tel n'est pas le cas, le groupe MEG contient $k \times (k - 1)/2 + k \times m$ entités ME.

5.2 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 ETH, comme spécifié dans la Recommandation [UIT-T G.8010].

5.3 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 Recommandation [UIT-T G.8010].

5.4 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 points MEP présents à la frontière de ce domaine administratif. Un point 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 un point MEP n'est pas présent ou est défectueux, les trames OAM associées pourraient quitter le domaine administratif.

De même, un point MEP présent à la frontière d'un domaine administratif protège celui-ci des trames OAM appartenant à d'autres domaines administratifs. Le point 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'il 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 § 5.3. 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 d'un fournisseur entre domaines administratifs d'un 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.

La fuite de trames OAM peut être évitée par la mise en oeuvre d'un filtrage OAM dans les fonctions atomiques d'un point MEP.

5.5 Représentation des octets

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

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 5.5-1 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	Octet 1								Octet 2								Octet 3								Octet 4							
5	Octet 5								Octet 6								Octet 7								Octet 8							
9	Octet 9								Octet 10								Octet 11								Octet 12							
:																																

Figure 5.5-1 – Exemple de format d'unité PDU

6 Relations OAM

6.1 Relation entre entités ME, points MEP, points MIP et points TrCP

L'Appendice I présente différents scénarios de réseau afin de montrer comment des groupes MEG, des points 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, points MEP et points MIP correspondants ne peuvent pas être utilisés ou fournis dans les exemples de scénario de réseau présentés dans l'Appendice I. Par exemple, les fournisseurs peuvent ne pas offrir de points MIP de client.

6.2 Relation entre entités ME, groupes MEG et niveau de groupe MEG

Les points MEP associés à un domaine administratif fonctionnent à un niveau assigné de groupe MEG. Les points MEP interdomaines, associés 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, ce qui permet d'éviter la fuite des flux OAM interdomaines associés vers l'un ou l'autre domaine administratif. Le niveau de groupe MEG par défaut pour les flux OAM interdomaines est 0.

Les entités ME dans les réseaux Ethernet sont illustrées dans les Figures 23 et 24 de la Recommandation [UIT-T G.8010] et les entités ME Ethernet sont définies au § 9 de la Recommandation [UIT-T Y.1730]. Les entités ME peuvent s'imbriquer mais pas se chevaucher. La Figure 6.2-1 illustre un exemple d'entités ME associées à un domaine administratif de connexion point à point.

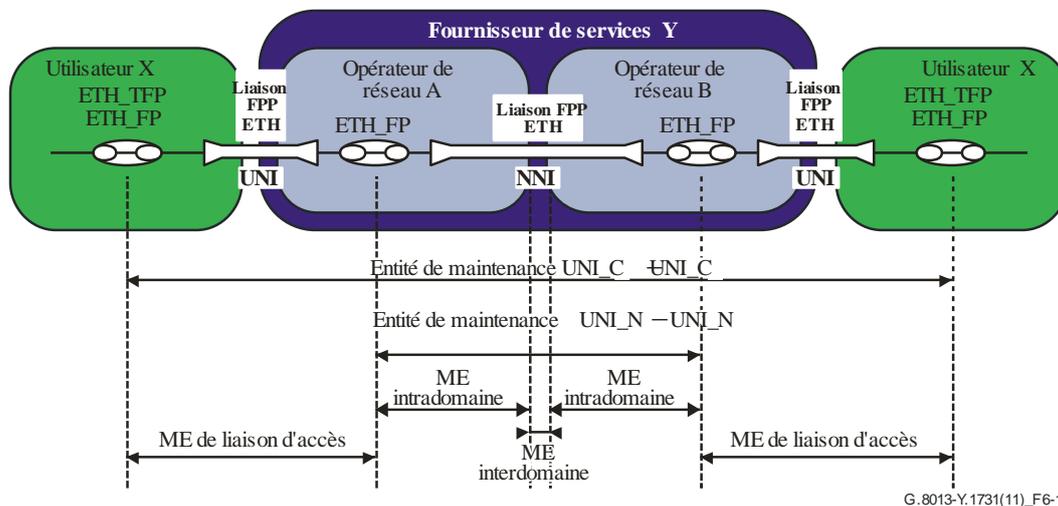


Figure 6.2-1 – Exemple d'entités ME associées à un domaine administratif de connexion point à point, illustrées dans la Figure 23 de la Recommandation [UIT-T G.8010]

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] et [UIT-T Y.1730].

Tableau 6-1 – Exemples de répartition de niveaux partagés de groupe MEG

Groupe MEG UIT-T G.8010	Entité ME UIT-T 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
ME intradomaine	Segment (PE-PE) intra-fournisseur	4, ou 3
ME interdomaines	Segment (PE-PE) entre fournisseurs (Fournisseur – Fournisseur)	0 (par défaut)
ME de liaison d'accès	OAM de liaison par réseau ETY – UNI (Client – Fournisseur)	0 (par défaut)
ME interdomaines	OAM de liaison par réseau ETY – NNI (Opérateur – Opérateur)	0 (par défaut)

Comme mentionné dans le § 5.3, 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 interdomaines (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 interdomaines.

Tableau 6-2 – Exemples de répartition des niveaux indépendants de groupe MEG

Groupe MEG UIT-T G.8010	Entité ME UIT-T Y.1730	Niveau(x) de groupe MEG
ME d'UNI_C à UNI_C	UNI-UNI (Client)	7 à 1
ME d'UNI_N à UNI_N	UNI-UNI (Fournisseur)	7 à 1
ME intradomaine	Segment (PE-PE) intra-fournisseur	7 à 1
ME interdomaines	Segment (PE-PE) entre fournisseurs (Fournisseur – Fournisseur)	0 (par défaut)
ME de liaison d'accès	OAM de liaison par réseau ETY – UNI (Client – Fournisseur)	0 (par défaut)
ME interdomaines	OAM de liaison par réseau ETY – NNI (Opérateur – Opérateur)	0 (par défaut)

Par ailleurs, si des entités ME interdomaines ne sont pas requises, chaque client, fournisseur ou opérateur peut utiliser l'un quelconque des huit niveaux de groupe MEG. Cependant, comme déjà indiqué dans le § 5.3, tous les niveaux de groupe MEG ne peuvent pas être utilisés.

6.3 Configuration des points MEP et des points MIP

Les points d'extrémité de groupe MEG (MEP) et les points intermédiaires de groupe MEG (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.

7.1 Contrôle de continuité Ethernet (ETH-CC)

La fonction de contrôle de continuité Ethernet (ETH-CC, *Ethernet continuity check function*) sert à des actions OAM proactives et à la détection de perte de continuité (LOC, *loss of continuity*) entre une paire quelconque de points MEP d'un groupe MEG. La fonction ETH-CC permet également la détection d'une connectivité imprévue entre deux groupes MEG (erreur de multiplexage), la détection d'une connectivité imprévue dans le groupe MEG avec un point MEP inattendu (point MEP inattendu) 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.

Un point MEP doit toujours signaler la réception d'une trame 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, tous les points MEP sont activés de façon à émettre périodiquement des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC vers leurs points MEP homologues situés dans ce groupe MEG. La période d'émission des trames ETH-CC est la même pour tous les points MEP situés dans le groupe MEG. Quand un point MEP est activé de façon à produire des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC, il s'attend également à recevoir des trames contenant des informations de contrôle ETH-CC à partir de ses points MEP homologues dans le groupe MEG.

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

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

- identifiant de groupe MEG – identifie le groupe MEG auquel le point MEP appartient;
- identifiant de point MEP – indique l'identité propre du point MEP dans le groupe MEG;
- liste d'identifiants de points 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 identifiant pour le point MEP homologue;
- niveau de groupe MEG – celui auquel le point 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. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations de contrôle ETH-CC sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MIP est transparent pour les informations de contrôle ETH-CC et ne nécessite donc aucune information de configuration pour prendre en charge les trames ETH-CC.

Quand un point MEP ne reçoit pas d'informations de contrôle ETH-CC en provenance d'un point MEP homologue (figurant dans la liste des points MEP homologues) pendant un intervalle de 3,5 fois la période d'émission de trames ETH-CC, ce point détecte une perte de continuité dans le point MEP homologue. L'intervalle correspond à une perte de trois trames consécutives transportant des informations de contrôle ETH-CC à partir du point 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 OAM 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 CCM*.

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

Quand la fonction ETH-CC est activée, un point MEP émet périodiquement des trames 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, au point MEP émetteur, de façon qu'un point MEP récepteur puisse détecter une période inattendue si la période d'émission n'est pas la même entre les points MEP émetteur et récepteur.

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

Quand un point MEP reçoit une trame CCM, elle l'examine afin de garantir que son identifiant de groupe MEG correspond à celui qui a été configuré dans le point MEP récepteur et que l'identifiant de point MEP contenu dans la trame CCM provient de la liste configurée d'identifiants de points MEP homologues. Les informations contenues dans la trame CCM sont cataloguées dans le point MEP récepteur.

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

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

Un point MEP récepteur 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 connectivité d'un point MEP avec un point MIP ou avec un ou plusieurs point(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 à la demande qui peut être utilisée pour les applications suivantes:

- afin de vérifier la connectivité dans les deux sens d'un point MEP avec un point MIP ou avec un point MEP homologue;

- afin d'exécuter un test de diagnostic en service et hors service dans les deux sens entre une paire de points 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 à la demande, p. ex. émission unique, émission répétitive, etc. Les types spécifiques de commandes à la demande sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Quand il est utilisé pour vérifier la connectivité dans les deux sens, un point 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'un point MEP homologue, dans un délai spécifié. Le point MIP ou le point MEP homologue est identifié par son adresse MAC, laquelle est codée dans l'adresse de destination (DA) de la trame de requête unidiffusée. Si le point MEP ne reçoit pas la trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB dans le délai spécifié, une perte de connectivité avec le point MIP ou le point MEP homologue peut être supposée. Le bouclage Ethernet unidiffusé peut également servir à vérifier la connectivité dans les deux sens avec différentes longueurs de trame entre un point MEP et un point MIP ou un point MEP homologue.

Quand il est utilisé afin d'effectuer des tests de diagnostic dans les deux sens, un point MEP envoie des trames unidiffusées contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB à un point MEP homologue. Ces informations de requête de bouclage ETH-LB contiennent des séquences de test. Quand des tests 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 points MEP sont configurés 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 à la demande en cours qui est associée à une des applications (vérification de connectivité ou test de diagnostic) avant qu'il puisse agir sur une nouvelle commande à la demande 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 connectivité dans les deux sens ou pour les tests 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 un point MEP de façon à prendre en charge le bouclage Ethernet unidiffusé sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée du point MIP ou MEP distant auquel le bouclage ETH-LB est destiné. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- données – élément facultatif dont la longueur et le contenu sont configurables au point MEP. Le contenu peut être une séquence de test et une somme de contrôle facultative. Exemples de séquences de test: séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8 de la Recommandation [UIT-T O.150], suite de zéros, etc. Pour les applications de test de diagnostic dans les deux sens, une configuration est requise concernant un générateur de signaux de test et un détecteur de signaux de test associés au point 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 OAM utilisée pour les informations de requête de bouclage LB unidiffusé est le message LBM, comme décrit dans le § 9.3. L'unité PDU OAM 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 un point MEP à la demande.

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

Un point MEP peut, le cas échéant, utiliser un triplet TLV de données ou un triplet TLV de test. Quand le point MEP est configuré de façon à vérifier l'efficacité de l'émission de différentes longueurs de trame, ce point MEP utilise un triplet TLV de données. Cependant, quand le point MEP est utilisé pour des tests de diagnostic, il émet une trame LBM unidiffusée à l'adresse du point MEP homologue avec un triplet TLV de test qui sert à transporter la séquence de test produite par un générateur de signaux de test associé au point MEP. Quand celui-ci est configuré pour un test de diagnostic hors service, le point MEP produit également des trames de verrouillage LCK, comme décrit dans le § 7.6, au niveau de groupe MEG de client.

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 générée et transmise au point MEP initiateur. 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 répondant est considérée comme étant 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 un point MEP répondant est configuré pour un test de diagnostic hors service, il produit également des trames LCK, comme décrit dans le § 7.6, au niveau de groupe MEG de client.

7.2.1.3 Réception de trames LBR

Quand un point MEP configuré pour la vérification de connectivité reçoit une trame LBR qui lui est adressée avec le même niveau de groupe MEG que le sien propre, avec un identifiant 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 un point MEP configuré pour un test 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 de test associé au point 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 connectivité dans les deux sens d'un point MEP avec ses points MEP homologues. Le bouclage Ethernet à multidiffusion est une fonction OAM à la demande. Quand une fonction de bouclage Ethernet à multidiffusion est invoquée dans un point MEP, celui-ci renvoie à l'initiateur du bouclage Ethernet à multidiffusion une liste de ses points MEP homologues avec lesquels la connectivité dans les deux sens est détectée.

Quand la fonction de bouclage Ethernet à multidiffusion est invoquée dans un point MEP, une trame à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB est envoyée par un point MEP à ses points MEP homologues. Le point MEP s'attend à recevoir une trame unidiffusée contenant des informations de réponse de bouclage ETH-LB en provenance de ses points MEP homologues dans un délai spécifié. Dès réception d'une trame à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB, les points MEP récepteurs 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 point MEP afin de prendre en charge le bouclage Ethernet à multidiffusion sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- priorité – identifie la priorité des trames à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- 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. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MIP est transparent pour les trames à multidiffusion contenant des informations de requête de bouclage ETH-LB et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge le bouclage Ethernet à multidiffusion.

L'unité PDU OAM 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 OAM 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 un point MEP à la demande. Après émission de la trame LBM à multidiffusion avec un identifiant spécifique de transaction, le point MEP s'attend à recevoir des trames LBR dans un délai de 5 secondes. L'identifiant de transaction émis est donc conservé pendant au moins 5 secondes après l'émission de la trame LBM à multidiffusion. Un

identifiant de transaction différent doit être utilisé pour chaque trame LBM à multidiffusion et aucun identifiant de transaction issu du même point 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 un point MEP, une trame LBR est produite et émise vers le point MEP initiateur 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 du point MEP répondant. 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 un point MEP avec un identifiant 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 un point MEP reçoit une trame LBR avec un identifiant de transaction qui n'est pas dans la liste – tenue à jour par le point MEP – des identifiants 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 à la demande 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 un point MEP et un point MEP homologue ou un point MIP. Le résultat de l'exécution de la fonction ETH-LT est une séquence de points MIP allant du point MEP initiateur 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 un point MEP à la demande. Après émission d'une trame contenant des informations de requête ETH-LT, le point MEP s'attend à recevoir des trames avec des informations de réponse ETH-LT dans un délai spécifié. Les éléments de réseau contenant des points MIP ou MEP et recevant la trame avec les informations de requête ETH-LT répondent sélectivement par des trames contenant des informations de réponse ETH-LT.

Un élément de réseau contenant 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 élément de réseau contenant des points 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 un point MEP afin de prendre en charge les trames ETH-LT sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations de requête ETH-LT. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-LT sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée;
- adresse MAC cible (habituellement celle de points MIP ou MEP du groupe MEG, mais sans exclusive) à laquelle la fonction ETH-LT est destinée. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- TTL – permet au récepteur de déterminer si des trames contenant des informations de requête ETH-LT peuvent être terminées. Le champ TTL est décrémenté chaque fois que des trames contenant des informations de requête ETH-LT sont relayées. Les trames contenant des informations de requête ETH-LT avec $TTL \leq 1$ ne sont pas relayées.

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 l'unité PDU LTM, comme décrit au § 9.5. L'unité PDU utilisée pour les informations de réponse ETH-LT est l'unité PDU LTR, comme décrit au § 9.6. Les trames transportant l'unité PDU LTM sont appelées *trames LTM*. Les trames transportant l'unité PDU LTR sont appelées *trames 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 une trame LTM reçue et qui l'associe à un unique port de sortie afin que le point MIP ou MEP puisse traiter les trames LTM reçues, un bouclage Ethernet unidiffusé vers l'adresse MAC cible pourrait être effectué par un point 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 trames LTM

Une trame LTM est émise par un point MEP à la demande. Si le point MEP réside dans un port d'entrée, la trame LTM est réexpédiée vers le répondeur ETH-LT propre à l'élément de réseau. Cependant, si le point MEP réside dans un port de sortie, la trame LTM est émise à partir de ce port de sortie. La trame LTM contient un triplet TLV d'identifiant de sortie LTM qui identifie l'élément de réseau initiateur de la trame LTM.

NOTE – Le répondeur ETH-LT n'est pas défini dans la Recommandation [UIT-T Y.1731], seuls les points MEP et MIP des ports d'entrée et de sortie sont définis. En outre, le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM est considéré comme facultatif dans la Recommandation [UIT-T Y.1731].

Après émission de la trame LTM avec un numéro de transaction spécifique, le point MEP s'attend à recevoir des trames LTR dans un délai de 5 secondes. Le numéro de transaction de chaque trame 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 LTM et aucun numéro de transaction issu du même point MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

7.3.2 Réception de trames LTM et réexpédition, et émission de trames LTR

Si une trame LTM est reçue par un point MEP ou MIP, celui-ci réexpédie la trame LTM vers le répondeur ETH-LT de l'élément de réseau, qui effectue la validation suivante:

- seules les trames 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 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);
- ensuite, la trame LTM est vérifiée pour voir si un triplet TLV d'identifiant de sortie LTM est présent. La trame LTM est rejetée si elle ne contient pas de triplet TLV d'identifiant de sortie LTM. Il est à noter que la trame LTM générée selon la Recommandation [UIT-T Y.1731] ne contient pas nécessairement le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM. Voir à l'Annexe B comment maintenir la compatibilité: le triplet TLV de trame LTM peut être traité au point MIP ou MEP même si le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM est absent.

Si la trame LTM est valide, le répondeur ETH-LT 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 au point MIP ou MEP (quand l'adresse MAC cible est la propre adresse MAC du point MIP ou MEP), une trame LTR est renvoyée au point MEP initiateur après un intervalle aléatoire compris entre 0 et 1 seconde;
- par ailleurs, si la condition ci-dessus s'applique, que la trame LTM n'aboutit pas au point MIP (quand l'adresse MAC cible n'est pas la même que la propre adresse du point MIP, en cas de réception par un point MIP) et que le champ TTL contenu dans la trame LTM est supérieur à 1, la trame LTM est réexpédiée vers l'unique port de sortie. Tous les champs de la trame LTM relayée sont les mêmes que ceux de la trame LTM initiale sauf le champ TTL qui est décrémenté de 1, l'adresse d'origine qui devient la propre adresse MAC du point MIP, et le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM qui identifie l'élément de réseau relayant la trame LTM modifiée. Il est à noter que les points MIP prenant en charge la Recommandation [UIT-T Y.1731] peuvent réexpédier le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM tel quel. Voir à l'Annexe B comment maintenir la compatibilité;
- par ailleurs, quand l'adresse MAC cible n'est pas la même que la propre adresse du point MEP, en cas de réception par un point MEP, les trames LTM aboutissent toujours au point MEP et le point MEP ne renvoie pas des trames LTR.

La trame LTR contient le triplet TLV d'identifiant de sortie LTR qui identifie l'origine et la destination du message LTM qui a déclenché l'émission de cette réponse LTR. Le triplet TLV d'identifiant de sortie LTR contient le champ de dernier identifiant de sortie qui identifie l'élément de réseau qui a lancé ou réexpédié la trame LTM à laquelle cette trame LTR est la réponse. Ce champ prend la même valeur que le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM de cette trame LTM. Le triplet TLV d'identifiant de sortie LTR contient aussi le champ d'identifiant de sortie suivant qui identifie l'élément de réseau qui a émis cette trame LTR et peut relayer une trame LTM modifiée au relais suivant. Ce champ prend la même valeur que le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM de la trame LTM modifiée relayée, le cas échéant. Si aucune trame LTM modifiée n'est relayée, le bit FwdYes du champ de fanions de la trame LTM est mis à 0 et le contenu de l'identifiant de sortie suivant est non défini, et doit être ignoré par le récepteur de trames LTR.

En outre, si la trame LTM a été reçue par un point MIP ou MEP à un port d'entrée, la trame LTR inclut un triplet TLV d'entrée de réponse qui décrit le point MIP ou MEP au port d'entrée.

De même, si la trame LTM n'a pas été reçue par un point MEP au port d'entrée, et si le port de sortie a un point MIP ou MEP, la trame LTR inclut un triplet TLV de sortie de réponse qui décrit le point MIP ou MEP au port de sortie.

Il est à noter que l'inclusion du triplet TLV d'entrée de réponse et celle du triplet TLV de sortie de réponse sont décrites comme étant facultatives dans la Recommandation [UIT-T Y.1731]; ces triplets ne sont donc pas nécessairement inclus dans la trame LTR selon cette version. Voir à l'Annexe B comment maintenir la compatibilité.

7.3.3 Réception de trames LTR

Quand une trame LTR est reçue par un point 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 un point 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 le point 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 serveur. 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 un point MEP (ou dans un point MEP serveur).

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

- des conditions de défaillance 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'un point MEP serveur n'exécute pas la fonction ETH-CC, un tel point peut émettre des trames contenant des informations ETH-AIS dès la détection d'un éventuel état de défaillance de signal.

Afin d'assurer la connectivité multipoint dans la couche ETH, un point MEP ne peut pas déterminer l'entité spécifique de (sous-) couche serveur 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'il ne peut pas déterminer le sous-ensemble associé de ses points MEP homologues pour lequel il 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, le point MEP va supprimer les alarmes pour tous les points MEP homologues, qu'il y ait encore une connectivité ou non.

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

Seul un point MEP, y compris un point MEP serveur, est configuré de façon à émettre des trames avec informations ETH-AIS. En cas de détection d'un état de défaut, le point MEP peut immédiatement commencer l'émission de trames périodiques contenant des informations ETH-AIS à un niveau configuré de groupe MEG de client. Un point 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, un point MEP détecte l'état de signal AIS et supprime les alarmes de perte de continuité associées à tous ses points MEP homologues. Un point 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 un point 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 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. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

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

- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent pour les trames contenant des informations ETH-AIS et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-AIS.

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

7.4.1 Emission de trames AIS

Un point MEP, en cas de détection d'un état de défaut, peut émettre des trames AIS dans le sens opposé à sa ou à ses points MEP homologues. La périodicité de l'émission des trames 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 le point MEP de (sous-) couche serveur. Le point MEP de (sous-) couche serveur, en cas de détection de l'état de défaillance 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 trames AIS

Dès réception d'une trame AIS, un point 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 AIS peuvent être attendues. Dès réception d'une trame AIS, le point MEP détecte l'état de défaut AIS après quoi, si aucune trame AIS n'est reçue dans un intervalle de 3,5 fois la période d'émission du signal AIS indiquée dans les trames AIS reçues avant, le point 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 un point MEP afin de communiquer à ses points 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 des dérangements unilatérale: le point MEP récepteur détecte un état de défaut RDI qui se met en corrélation avec d'autres états de défaut dans ce point MEP et qui peut devenir une cause de dérangement. L'absence de réception d'informations ETH-RDI en provenance d'un unique point MEP indique l'absence de défaut dans l'ensemble du groupe MEG;
- contribution à la surveillance de la performance à l'extrémité distante: 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.

Un point 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, un point MEP détermine que son point MEP homologue a rencontré un état de défaut. Cependant, afin d'assurer la connectivité multipoint dans la couche ETH, un point MEP, dès réception de trames avec informations d'indication ETH-RDI, ne peut pas déterminer le sous-ensemble associé de ses points MEP homologues avec lequel le point MEP émettant des informations RDI rencontre des états de défaut, car le point MEP émetteur proprement dit ne dispose pas toujours de ces informations.

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

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point 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. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MIP est transparent pour les trames avec informations d'indication ETH-RDI et ne nécessite donc aucune information de configuration pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-RDI.

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

7.5.1 Message CCM avec émission de signal ETH-RDI

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

7.5.2 Message CCM avec réception de signal ETH-RDI

Dès réception d'une trame CCM, un point 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, un point MEP peut supprimer l'état d'indication RDI quand il reçoit la première trame CCM à partir de son point MEP homologue avec le champ RDI supprimé. Afin d'assurer la connectivité multipoint dans la couche

ETH, un point MEP peut supprimer l'état d'indication RDI quand il reçoit les trames CCM issues de sa liste entière de points 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'un point MEP de (sous-) couche serveur et l'interruption subséquente de la réexpédition du trafic de données vers le point MEP qui s'attend à recevoir ce trafic. Elle permet à un point MEP qui reçoit des trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK, de différencier un état de défaut et une action de verrouillage administratif dans le point MEP de (sous-) couche serveur. Un exemple d'application qui nécessiterait un verrouillage administratif d'un point MEP est le test ETH-Test hors service, décrit dans le § 7.7.

Un point 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.

Un point 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 défaillance de signal du point MEP. L'état de défaillance de signal peut se traduire par l'émission de trames de signal AIS vers ses points MEP client.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point 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. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

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

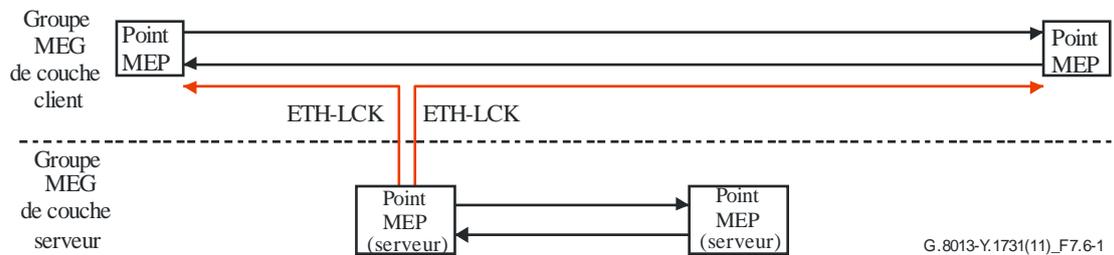
- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent pour les trames contenant des informations de verrouillage ETH-LCK et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-LCK.

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

7.6.1 Emission de trames LCK

Un point MEP (serveur) verrouillé administrativement émet des trames LCK vers chacun de ses groupes MEG de (sous-) couche client comme indiqué dans la Figure 7.6-1.



G.8013-Y.1731(11)_F7.6-1

Figure 7.6-1 – Exemple d'émission de trames ETH-LCK

La périodicité de l'émission des trames 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 au point MEP de (sous-) couche serveur. Celui-ci, lorsqu'il est verrouillé administrativement, a besoin d'envoyer des trames 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 de trames LCK

Dès réception d'une trame LCK, un point 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 LCK peuvent être attendues. Dès réception d'une trame LCK, le point 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 indiquée dans les trames LCK reçues avant, le point MEP supprime l'état de verrouillage LCK.

7.7 Signal de test Ethernet (ETH-Test)

La fonction de signal de test Ethernet (ETH-Test) sert à exécuter des tests 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 il est configuré de façon à exécuter de tels tests, un point 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 de test ETH-Test hors service est effectuée, le trafic de données client est interrompu dans l'entité diagnostiquée. Le point MEP configuré pour le test hors service émet des trames de verrouillage LCK, comme décrit dans le § 7.6, pour la plus proche (sous-) couche ETH client.

Quand une fonction de test 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 de test 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 test 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 un point MEP afin de prendre en charge les trames ETH-Test sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée du point MEP homologue auquel le test ETH-Test est destiné. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- données – élément facultatif dont la longueur et le contenu sont configurables au point MEP. Le contenu peut être une séquence de test et une somme de contrôle facultative. Exemples de séquences de test; séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8 de la Recommandation [UIT-T O.150], suite de zéros, etc. Au point MEP initiateur, une configuration est requise pour un générateur de signaux de test qui est associé au point MEP. Au point MEP récepteur, une configuration est requise pour un détecteur de signaux de test qui est associé au point MEP;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-Test. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- 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 pour les trames avec informations ETH-Test et ne nécessite donc aucune information de configuration pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-Test.

Un point MEP insère des trames avec informations ETH-Test dans un point MEP homologue considéré comme cible. Le point MEP récepteur détecte ces trames avec informations ETH-Test et effectue les mesures prévues.

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

7.7.1 Emission de trames TST

Un générateur de signaux de test associé à un point MEP peut émettre des trames 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 du même point MEP ne peut être répété dans un intervalle de 1 minute.

Quand un point MEP est configuré pour un test hors service, ce point MEP produit également des trames LCK pour le niveau de groupe MEG de client immédiat.

7.7.2 Réception de trames TST

Quand un point MEP reçoit des trames TST, il les examine afin de s'assurer que le niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau configuré. Si le point MEP récepteur est configuré pour la fonction ETH-TST, le détecteur de signaux de test associé à ce point MEP détecte les erreurs sur les bits à partir de la séquence binaire pseudo-aléatoire des trames TST reçues et signale de telles erreurs. Par ailleurs, quand le point MEP récepteur est configuré pour un test hors service, il produit également des trames LCK pour le niveau de groupe MEG de client.

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 les Recommandations [UIT-T G.8031] et [UIT-T G.8032].

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 de points MEP. La fonction ETH-MCC peut servir à exécuter une gestion à distance. L'utilisation spécifique de la fonction ETH-MCC avec un identifiant OUI autre que l'identifiant OUI de l'UIT-T (00-19-A7) est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

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

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

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- adresse MAC unidiffusée du point MEP distant auquel les informations ETH-MCC sont destinées;
- OUI – identifiant 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. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-MCC sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MEP distant, 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 pour les trames avec informations ETH-MCC et ne nécessite donc aucune information de configuration pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-MCC.

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

7.10 Signal OAM expérimental Ethernet (ETH-EXP)

Le signal OAM expérimental Ethernet (ETH-EXP) sert à la fonctionnalité OAM expérimentale qui peut être offerte dans un domaine administratif à titre temporaire. L'interopérabilité de cette fonctionnalité OAM expérimentale, et donc l'utilisation d'une trame ETH-EXP contenant un identifiant OUI donné, n'est pas attendue entre différents domaines administratifs.

NOTE – L'utilisation à d'autres fins, nécessitant par exemple le traitement d'un identifiant OUI imbriqué propre à une organisation de normalisation, n'est pas souhaitable et n'est pas recommandée.

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 OAM propre à un vendeur Ethernet (ETH-VSP) sert à une fonctionnalité OAM propre au vendeur, qui peut être offerte par celui-ci dans son propre équipement. L'interopérabilité de la fonctionnalité OAM propre au vendeur, et donc l'utilisation d'une trame ETH-VSP contenant un identifiant OUI donné, n'est pas attendue entre équipements issus de vendeurs différents.

NOTE – L'utilisation à d'autres fins, nécessitant par exemple le traitement d'un identifiant OUI imbriqué propre à une organisation de normalisation, n'est pas souhaitable et n'est pas recommandée.

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.

7.12 Défaillance de signal client Ethernet (ETH-CSF)

La fonction de défaillance de signal client Ethernet (ETH-CSF) permet à un point MEP d'informer un point MEP homologue qu'une défaillance ou un défaut a été détecté dans un signal client Ethernet lorsque le client ne prend pas lui-même en charge les mécanismes de détection des dérangements ou des défauts ou les mécanismes de propagation nécessaires (fonction ETH-CC ou ETH-AIS, par exemple). Les messages ETH-CSF sont transmis du point MEP Ethernet associé au port client d'entrée ayant détecté la défaillance ou le défaut, au point MEP homologue Ethernet.

La fonction ETH-CSF ne s'applique qu'aux applications de transport Ethernet point à point. En particulier, l'utilisation de la fonction ETH-CSF avec la norme [IEEE 802.1Q] ou d'autres environnements de réseau basés sur le protocole d'interconnexion arborescente (STP) Ethernet est strictement restreinte aux segments point à point du flux Ethernet. L'utilisation d'indications de défaillance de signal client pour prendre en charge les applications de défaillance client est décrite dans l'Appendice VIII de la Recommandation [UIT-T G.806].

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP afin de prendre en charge l'émission de trames ETH-CSF sont les suivantes:

- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP initiateur fonctionne;
- période d'émission de trames ETH-CSF – détermine la périodicité d'émission de trames avec informations ETH-CSF;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-CSF;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-CSF sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP afin de prendre en charge la réception des trames ETH-CSF sont les suivantes:

- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP récepteur fonctionne.

Un point MIP est transparent pour les trames contenant des informations ETH-CSF et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-CSF.

Le message ETH-CSF indique également le type de défaut. Trois types de défaut CSF sont actuellement définis:

- perte de signal client (C-LOS);
- indication de défaut vers l'avant client (C-FDI);
- indication de défaut en sens inverse client (C-RDI).

L'unité PDU utilisée pour acheminer les informations ETH-CSF est appelée *unité PDU CSF*, comme décrit au § 9.21. Les trames transportant les indications ETH-CSF sont appelées *trames CSF*.

7.12.1 Emission de trames CSF

Des trames contenant des informations ETH-CSF peuvent être émises par un point MEP, en cas de notification d'une défaillance CSF Ethernet en provenance du port client d'entrée correspondant. Les règles de détection des défaillances CSF Ethernet sont propres au client Ethernet et à l'application.

La transmission de paquets contenant des informations CSF peut être activée ou désactivée sur un point MEP.

Dès réception d'une notification de défaillance CSF Ethernet en provenance du port client d'entrée, le point MEP associé peut immédiatement commencer à émettre périodiquement des trames contenant des informations ETH-CSF. Un point MEP continue d'émettre périodiquement des trames contenant des informations ETH-CSF jusqu'à ce que l'indication de défaillance CSF Ethernet soit supprimée par la fonction d'adaptation d'origine.

La suppression d'une condition de défaillance CSF Ethernet est propre au client Ethernet et à l'application. La suppression de la condition de défaillance CSF Ethernet par la fonction d'adaptation d'origine est communiquée au point MEP homologue via:

- l'absence d'envoi d'informations ETH-CSF; ou
- la réexpédition d'une unité PDU ETH-CSF contenant des informations d'indication de suppression de défaut client (C-DCI).

7.12.2 Réception de trames CSF

Dès réception d'une trame CSF contenant des informations ETH-CSF, un point MEP déclare le début ou la fin d'une condition de défaillance CSF distante Ethernet, en fonction des informations ETH-CSF reçues comme décrit dans la Recommandation [UIT-T G.8021], et fait parvenir cette condition de défaut de client Ethernet au port client de sortie correspondant. Un point MEP Ethernet détecte une condition de défaillance CSF distante Ethernet quand une unité PDU ETH-CSF ne contenant pas d'informations C-DCI est reçue.

La suppression de la condition de défaillance CSF distante Ethernet par le client Ethernet est détectée quand:

- aucune trame ETH-CSF n'est reçue pendant un intervalle égal à N fois la période d'émission de trames CSF en ms (une valeur de 3,5 est suggérée pour N); ou
- une unité PDU ETH-CSF contenant des informations d'indication de suppression de défaut client (C-DCI) est reçue.

Il est à noter que les mesures consécutives prises par la fonction d'adaptation puits associée au point MEP pour faire parvenir les informations ETH-CSF reçues au client Ethernet sont par définition propres au client Ethernet et à l'application.

7.13 Notification de bande passante Ethernet (ETH-BN)

La fonction de notification de bande passante Ethernet (ETH-BN) est utilisée par un point MEP serveur pour signaler la bande passante de la liaison de couche serveur dans le sens émission à un point MEP au niveau de la couche client, par exemple quand la couche serveur fonctionne sur une

liaison hyperfréquences qui peut adapter sa bande passante en fonction des conditions atmosphériques existantes. Les trames contenant des informations ETH-BN transportent la bande passante actuelle et la bande passante nominale de la liaison de la couche serveur. Dès réception de trames contenant des informations ETH-BN, le point MEP de la couche client peut utiliser les informations de bande passante pour ajuster les politiques de service, par exemple pour réduire le débit du trafic dirigé vers la liaison dégradée.

L'émission de trames contenant des informations ETH-BN peut être activée ou désactivée dans un point MEP serveur. Seul un point MEP serveur peut émettre des trames contenant des informations ETH-BN.

Quand l'émission est activée, les trames contenant des informations ETH-BN sont émises au niveau du groupe MEG client par un point MEP serveur, dès qu'une dégradation de la bande passante est détectée. Un point MEP serveur continue d'émettre périodiquement des trames contenant des informations ETH-BN jusqu'à ce que toute la bande passante soit rétablie. En outre, des trames contenant des informations ETH-BN peuvent facultativement être envoyées périodiquement quand il n'y a pas de dégradation ou quand la dégradation est telle que la bande passante est nulle.

Dans un groupe MEG de client multipoint, il peut être nécessaire d'inclure un identifiant de port dans les trames contenant des informations ETH-BN, afin d'identifier le port qui est associé aux informations ETH-BN. Cet identifiant est nécessaire si des points MEP serveur pour différentes liaisons émettent des trames utilisant la même adresse MAC d'origine.

Dès réception d'une trame contenant des informations ETH-BN, un point MEP transmet les informations reçues au système de gestion, lequel peut prendre d'autres mesures pour réduire le débit du trafic dirigé vers la liaison dégradée ou ajuster la politique de service pour la liaison.

NOTE – L'utilisation de la fonction ETH-BN pour la commutation de protection nécessite un complément d'étude.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP serveur afin de prendre en charge l'émission de trames ETH-BN 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-BN – détermine la périodicité d'émission de trames avec informations ETH-BN;
- temps de maintien – détermine le temps qui s'écoule entre la détection d'une dégradation et l'émission de la première trame avec informations BNM qui indique la dégradation (jusqu'à 10 s).
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations ETH-BN;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-BN sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée;
- identifiant de port – identifiant unique du port sur 32 bits; il est nécessaire dans les groupes MEG multipoint dans le cas où des trames avec informations ETH-BN concernant différents ports seraient identiques. Il est facultatif dans les autres cas. La valeur doit être unique sur toutes les liaisons serveur du groupe MEG de client.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP afin de prendre en charge la réception des trames ETH-BN sont les suivantes:

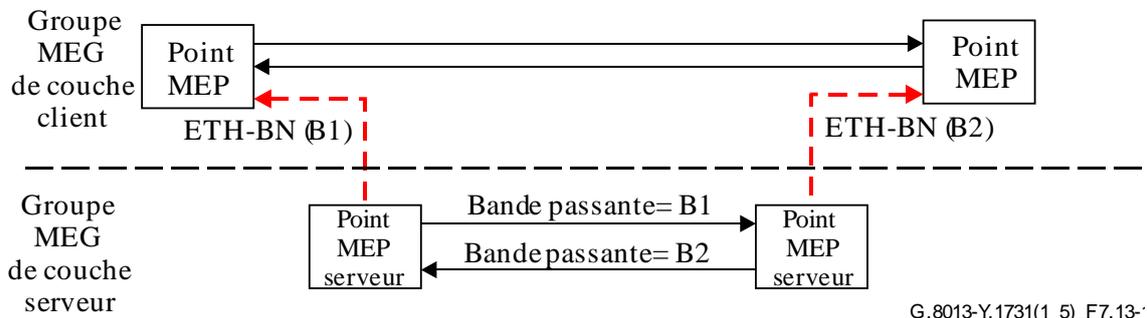
- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent pour les trames contenant des informations ETH-BN et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-BN.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-BN est l'unité PDU BNM, comme décrit au § 9.25. Les trames transportant l'unité PDU BNM sont appelées *trames BNM*.

7.13.1 Emission de trames BNM

Dès qu'il détecte une dégradation de la bande passante à l'émission, un point MEP serveur peut émettre périodiquement des trames BNM dans le sens opposé à celui de son point MEP serveur homologue, pour indiquer que la bande passante actuelle est inférieure à la bande passante nominale. L'émission de trames BNM est illustrée dans la Figure 7.13-1.



NOTE – B1 et B2 peuvent avoir la même valeur ou des valeurs différentes

Figure 7.13-1 – Exemple d'émission de trames ETH-BN

Un point MEP serveur peut aussi émettre périodiquement des trames BNM quand il n'y a pas de dégradation, pour indiquer que la bande passante actuelle et la bande passante nominale sont identiques, ou quand le port détecte une défaillance, pour indiquer que la bande passante actuelle est nulle.

NOTE 1 – Quand le port détecte une défaillance, des trames AIS sont également émises par le point MEP serveur homologue.

Dès qu'une modification de la bande passante à l'émission est détectée, la première trame BNM qui indique la nouvelle bande passante à l'émission doit être émise une fois écoulé le temps de maintien (jusqu'à 10s) après la détection de la modification sous réserve que cette modification ait persisté pendant ce temps. Si la durée de la modification est inférieure au temps de maintien, aucune trame BNM indiquant la modification de la bande passante à l'émission n'est émise.

NOTE 2 – Les notifications BNM devraient être utilisées lorsque la couche serveur est une liaison hyperfréquence qui utilise une modulation de bande passante adaptative. Un temps de maintien est utilisé pour empêcher les notifications si la dégradation est très brève, par exemple si elle est due à un objet traversant la trajectoire de la liaison. L'applicabilité des notifications BNM à d'autres technologies nécessite un complément d'étude.

Les premières trames BNM sont émises en succession rapide afin que des mesures fiables et rapides puissent être prises au niveau du point MEP récepteur même si certaines trames BNM sont perdues ou corrompues. L'intervalle entre deux trames et le nombre de ces premières trames BNM dépendent de la mise en oeuvre.

La périodicité de l'émission des trames BNM est basée sur la valeur configurée, et elle est également communiquée via le champ de période dans toutes les trames BNM. Quand la récupération de toute la bande passante ou une défaillance de la liaison est détectée, après l'émission des premières trames BNM, le point MEP serveur peut cesser d'émettre périodiquement des trames BNM.

Selon la configuration, des trames BNM peuvent être émises périodiquement, même en l'absence de dégradation ou de récupération de toute la bande passante. La périodicité est basée sur la valeur configurée pour les périodes de dégradation.

7.13.2 Réception de trames BNM

Dès réception d'une trame BNM, un point MEP l'examine afin de s'assurer que son niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau de groupe MEG. Le champ de période indique la période pendant laquelle les trames BNM peuvent être attendues. Les informations d'adresse MAC d'origine, d'identifiant de port et de bande passante sont extraites et transmises au système de gestion. Ensuite, si aucune trame BNM n'est reçue pendant un intervalle égal à 3,5 fois la période d'émission de trames BNM indiquée dans la dernière trame BNM reçue, le point MEP signale au système de gestion qu'il n'a plus d'informations sur la bande passante (par exemple, car toute la bande passante a été rétablie).

Comme décrit au § 7.13.1, les premières trames BNM sont émises en succession rapide après la détection d'une modification de la bande passante à l'émission. Dans ce cas, les trames BNM sont également reçues en succession rapide pour détecter la modification de la bande passante.

7.14 Fonction de défaut attendu Ethernet (ETH-ED)

La fonction de défaut attendu Ethernet (ETH-ED) est utilisée par un point MEP pour signaler à ses points MEP homologues qu'une interruption de l'émission de trames CCM est attendue, sans interruption des trames de données, et que les défauts consécutifs de perte de continuité au niveau des points MEP homologues devraient donc être supprimés. Des trames contenant des informations ETH-ED transportent l'identifiant du point MEP et la durée attendue de l'interruption.

Des trames contenant des informations ETH-ED sont émises par un point MEP peu avant une interruption attendue de l'émission des trames CCM, si aucune interruption n'est attendue dans la réexpédition des trames de données. La situation se présente par exemple quand des logiciels ou des micrologiciels sont mis à jour en service ou quand un nouveau point MEP est ajouté dans un groupe MEG existant.

Dès réception d'une trame contenant des informations ETH-ED, un point MEP transmet les informations reçues à la fonction de gestion d'élément (EMF). Si elle est activée par le système de gestion, la fonction EMF peut prendre des mesures pour désactiver la réception des messages CCM, et donc éviter le déclenchement de défauts de perte de continuité.

NOTE – On trouvera dans l'Appendice IX de la Recommandation [UIT-T G.8021] d'autres précisions sur la manière dont les notifications de défaut attendu peuvent être utilisées, ainsi que des considérations sur le traitement des notifications reçues dans la fonction EMF au niveau du point MEP homologue.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP afin de prendre en charge l'émission de trames ETH-ED sont les suivantes:

- niveau de groupe MEG – celui auquel se trouve le point MEP;
- identifiant de point MEP – identité du point MEP dans le groupe MEG;
- durée de défaut attendu – durée pendant laquelle il est demandé aux points MEP homologues de supprimer les alarmes de perte de continuité;
- période d'émission de trames ETH-ED – détermine la périodicité d'émission de trames contenant des informations ETH-ED;
- priorité – identifie la priorité des trames contenant des informations ETH-ED;
- admissibilité au rejet – les trames contenant des informations ETH-ED sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Les informations de configuration spécifiquement requises par un point MEP afin de prendre en charge la réception des trames ETH-ED sont les suivantes:

- niveau local de groupe MEG – celui auquel le point MEP fonctionne.

Un point MIP est transparent pour les trames contenant des informations ETH-ED et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-ED.

L'unité PDU utilisée pour les informations ETH-ED est l'unité PDU EDM, comme décrit au § 9.26. Les trames transportant l'unité PDU EDM sont appelées *trames EDM*.

7.14.1 Emission de trames EDM

Un point MEP peut émettre périodiquement une ou plusieurs trames EDM peu avant une interruption attendue de l'émission de trames CCM, ou quand l'émission de trames CCM n'a pas encore commencé. L'émission de trames EDM cesse dès que l'interruption se produit ou quand l'émission normale de trames CCM (re)démarre.

7.14.2 Réception de trames EDM

Dès réception d'une trame EDM, un point MEP l'examine afin de s'assurer que son niveau de groupe MEG correspond à son propre niveau de groupe MEG. L'identifiant du point MEP d'origine et la durée attendue sont extraits et transmis au système de gestion.

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. Les fonctions et les méthodes de mesure pour les connexions ETH point à point et pour la connectivité ETH multipoint sont définies.

La présente Recommandation traite des paramètres de performance ci-après, qui sont fondés sur la norme [MEF 10.3].

- **Taux de perte de trames**

Le taux de perte de trames est défini comme étant le rapport, exprimé en pourcentage, du nombre de trames non acheminées divisé par le nombre total de trames pendant l'intervalle de temps T, où le nombre de trames non acheminées est la différence entre le nombre de trames arrivant au point d'entrée de flux ETH pour être acheminées vers le point de sortie du flux ETH et le nombre de trames acheminées au point de sortie de flux ETH pour une connexion ETH point à point ou une connectivité ETH multipoint. Le taux de perte de trames peut être mesuré soit sur les trames de service soit sur des trames synthétiques, appartenant à une même classe de service. On peut aussi utiliser des trames synthétiques pour la connectivité ETH multipoint. On ne peut utiliser des trames de service que pour une connexion ETH point à point pour laquelle toutes les trames arrivant au point d'entrée de flux ETH doivent être acheminées vers le point de sortie de flux ETH.

- **Délai de trame**

Le délai de trame peut être exprimé comme étant le temps de transfert d'une trame dans un sens, ce temps étant défini comme étant la durée écoulée depuis le début de l'émission du premier bit de la trame par un noeud d'origine jusqu'à la réception du dernier bit de la même trame par le noeud de destination. Quand un temps de transfert dans les deux sens est mesuré, un bouclage est effectué au niveau du noeud de destination de la trame et la trame est reçue dans le noeud d'origine initial. Dans le cas d'un aller-retour, quatre horodates sont disponibles, ce qui permet d'effectuer les calculs à la fois dans un sens et dans les deux sens. Idéalement, le temps de transfert moyen d'une trame dans un sens devrait pouvoir être déterminé pour un ensemble de trames. Le temps de transfert moyen d'une trame dans un sens est défini dans la Recommandation [UIT-T Y.1563]. Les trames de service appartiennent à la même instance de classe de service pour une connexion ETH point à point ou une connectivité ETH multipoint.

- **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. Les trames de service appartiennent à la même instance de classe de service pour une connexion ETH point à point ou une connectivité ETH multipoint.

- **Disponibilité**

La définition pour les services Ethernet figure dans la Recommandation [UIT-T Y.1563]. Les mécanismes définis dans la présente Recommandation peuvent être utiles pour les mesures relatives à la disponibilité, mais un complément d'étude est nécessaire pour décrire en détail les méthodes de mesure dans la présente Recommandation.

Les paramètres de performance pour les trames sont applicables aux trames qui sont conformes à un niveau de priorité convenu X et qui sont considérées par le réseau comme n'étant pas admissibles au rejet (trames dites "vertes") pour la conformité au profil de bande passante. Ces trames "vertes" sont également appelées trames conformes au profil (voir la Recommandation [UIT-T G.8021]). Les trames de service sont admises au point d'entrée de flux ETH d'une connexion de réseau, en cascade ou de liaison ETH point à point et devraient être acheminées au point de sortie de flux ETH.

Par ailleurs, un autre paramètre de performance est identifié conformément à la norme [b-IETF RFC 2544]:

- **Débit utile**

Le débit utile est le débit moyen d'acheminement efficace du trafic sur un canal de communication. Il est généralement mesuré dans des conditions de test, c'est-à-dire dans le cadre d'un test hors service, dans lequel il n'y a pas de trafic de service pour le service Ethernet testé. La Recommandation [UIT-T Y.1564] définit une méthode de test des services basés sur Ethernet à l'étape d'activation des services, utilisant un test hors service. La Recommandation décrit les tests de configuration de service à utiliser pour vérifier les profils de bande passante et d'autres attributs des services Ethernet. Les procédures utilisées pour les tests hors service autres que pour l'activation des services Ethernet figurent également dans la norme [b-IETF RFC 2544]. La procédure pour les tests en service nécessite un complément d'étude.

8.1 Mesure de perte de trame (ETH-LM)

La fonction de mesure de perte Ethernet (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 de points MEP.

La fonction ETH-LM est assurée par l'envoi de trames avec informations ETH-LM à un point MEP homologue et de même par la réception de trames avec informations ETH-LM à partir du point MEP homologue. Chaque point 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 point MEP à exécuter les mesures de perte de trames à l'extrémité proche et à l'extrémité distante.

Pour un point MEP, la perte de trames à l'extrémité proche est associée à l'entrée de trames de données, alors que la perte de trames à l'extrémité distante est associée à la sortie de trames de données. Les deux mesures de perte de trames – à l'extrémité proche et à l'extrémité distante – apportent respectivement des secondes avec beaucoup d'erreurs à l'extrémité proche (secondes SES à l'extrémité proche) et des secondes avec beaucoup d'erreurs à l'extrémité distante (secondes SES à l'extrémité distante) qui ensemble contribuent à la durée d'indisponibilité, comme indiqué dans les Recommandations [UIT-T G.826] et [UIT-T G.7710].

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

- TxFCI: compteur de trames de données conformes au profil, émises vers le point MEP homologue;

- RxFCI: compteur de trames de données conformes au profil, reçues du point MEP homologue.

Les compteurs TxFCI et RxFCI ne comptent pas les trames OAM émises ou reçues par le point MEP à son niveau de groupe MEG dans certaines conditions (voir les Notes), mais comptent effectivement les trames OAM issues des niveaux supérieurs de groupe MEG qui traversent les points MEP d'une façon semblable aux trames de données.

NOTE 1 – La fonction de mesure ETH-LM, proactive ou à la demande, compte les trames OAM comme suit:

Pour une mesure ETH-LM unilatérale, on compte les trames OAM destinées uniquement aux fonctions proactives utilisées par les fonctions de terminaison (par exemple celles pour ETH-CC).

Pour une mesure ETH-LM bilatérale, les trames OAM destinées aux fonctions proactives utilisées par les fonctions de terminaison NE sont PAS comptées.

Dans les deux cas:

Les trames OAM proactives utilisées par les fonctions d'adaptation (par exemple celles pour ETH-APS et ETH-CSF) sont comptées.

Les trames OAM qui peuvent être utilisées pour des fonctions à la demande (par exemple celles pour ETH-LB, ETH-LT ainsi que ETH-LM, ETH-DM et ETH-SLM à la demande) NE sont PAS comptées.

NOTE 2 – Etant donné que les trames OAM pour ETH-AIS et ETH-LCK sont envoyées uniquement dans les conditions de défaut pour lesquelles le résultat des mesures de perte n'est pas valable, il est inutile de compter ces trames.

La méthode de mesure des pertes mettant en jeu des paires de trames consécutives avec informations ETH-LM, comme indiqué dans les § 8.1.1.2 et § 8.1.2.3, pallie le manque de synchronisation entre les valeurs initiales de compteur aux points MEP initiateur et récepteur. Par ailleurs, quand un point MEP détecte un état de défaut par perte de continuité, il ignore les mesures de perte pendant cet état de défaut et suppose que les pertes sont de 100%.

NOTE 3 – 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 4 – On trouvera dans la Recommandation [UIT-T G.8021] des précisions sur le traitement des compteurs utilisés pour les trames de données émises et reçues.

NOTE 5 – Les trames conformes au profil sont les trames dites "vertes" pour lesquelles l'admissibilité au rejet a pour valeur "faux". Les opérateurs ou les administrateurs de réseau peuvent configurer la méthode de codage pour identifier les trames vertes. Par exemple, les trames vertes sont celles pour lesquelles le champ DEI est à "faux", et les trames jaunes sont celles pour lesquelles ce champ est à 'vrai'. On peut utiliser PCP ou PCP/DEI pour cette identification.

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

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- adresse MAC d'unidiffusion d'un point MEP homologue auquel la trame ETH-LM est destinée. L'adresse MAC de classe 1 de multidiffusion est également autorisée;
- 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 de la mesure de la perte de trames aux niveaux de priorité inférieurs. Voir au § II.2 des exemples de périodes de débordement de compteur de trames;

- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-LM. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-LM sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MIP est transparent pour les trames avec informations ETH-LM et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-LM.

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

- mesure ETH-LM bilatérale (voir le § 8.1.1);
- mesure ETH-LM unilatérale (voir le § 8.1.2).

8.1.1 Mesure ETH-LM bilatérale

La mesure ETH-LM bilatérale est utilisée comme action OAM proactive pour la surveillance de la performance et est applicable à la gestion des dérangements. Dans ce cas, chaque point MEP envoie périodiquement des trames bilatérales avec informations ETH-LM à son point MEP homologue contenue dans une entité ME point à point afin de faciliter les mesures de perte de trames au point MEP homologue. Chaque point MEP reçoit finalement les trames bilatérales avec informations ETH-LM et effectue les mesures des pertes à l'extrémité proche et à l'extrémité distante. 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 l'unité PDU CCM, comme décrit au § 9.2.

8.1.1.1 Trame CCM avec émission de trames ETH-LM bilatérales

Quand il est configuré pour la mesure de perte proactive, un point MEP émet périodiquement des trames CCM avec les éléments d'information ci-après:

- TxFCf: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de la trame CCM;
- RxFCb: valeur du compteur local RxFCI au moment de la réception de la dernière trame CCM issue du point MEP homologue;
- TxFCb: valeur du compteur TxFCf dans la dernière trame CCM reçue du point MEP homologue.

L'unité PDU 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 au point MEP émetteur. Le point MEP récepteur 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 Trame CCM avec réception de trames ETH-LM bilatérales

Quand il est configuré pour la mesure de perte proactive, un point MEP, dès réception d'une trame CCM, utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer les mesures des pertes à l'extrémité proche et à l'extrémité distante:

- valeurs TxFCf, RxFCb et TxFCb pour la trame CCM reçue et valeur du compteur local RxFCI à l'instant où cette trame 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;
- valeurs TxFCf, RxFCb et TxFCb pour la trame CCM précédente et valeur du compteur local RxFCI à l'instant où la précédente trame 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.

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité distante}} = |\text{TxFcB}[t_c] - \text{TxFcB}[t_p]| - |\text{RxFcB}[t_c] - \text{RxFcB}[t_p]|$$

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité proche}} = |\text{TxFcF}[t_c] - \text{TxFcF}[t_p]| - |\text{RxFcI}[t_c] - \text{RxFcI}[t_p]|$$

Si la valeur du champ de période dans la trame CCM reçue est différente de la propre période d'émission de message CCM configurée dans le point MEP, celui-ci détecte un état de défaut par période inattendue.

8.1.2 Mesure ETH-LM unilatérale

La mesure ETH-LM unilatérale sert aux actions OAM à la demande et proactives. Dans ce cas, un point MEP envoie des trames avec informations de requête ETH-LM à son point MEP homologue et reçoit des trames avec informations de réponse ETH-LM issues de son point MEP homologue afin d'effectuer des mesures de perte.

L'unité PDU utilisée pour la demande de mesure ETH-LM unilatérale est l'unité PDU LMM, comme décrit au § 9.12. L'unité PDU utilisée pour la réponse de mesure ETH-LM unilatérale est l'unité PDU LMR, comme décrit au § 9.13. Les trames qui transportent l'unité PDU LMM sont appelées *trames LMM*. Les trames qui transportent l'unité PDU LMR sont appelées *trames LMR*. Les mêmes formats de trame LMM et LMR peuvent être utilisés pour les mesures ETH-LM unilatérales proactives et à la demande. On utilise un fanion dans les trames LMM/LMR pour faire la distinction entre les trames LMM/LMR pour les mesures proactives et les trames LMM/LMR pour les mesures à la demande.

8.1.2.1 Emission de trames LMM

Lorsqu'il est configuré pour une mesure de perte unilatérale, un point MEP émet périodiquement des trames 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 un point MEP, une trame LMR est générée et transmise au point MEP initiateur. Une trame LMM avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MEP récepteur 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 trames LMR

Dès réception d'une trame LMR, un point MEP utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer les mesures de pertes à l'extrémité proche et à l'extrémité distante:

- valeurs TxFCf, RxFCf et TxFCb pour la trame LMR reçue et 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;
- valeurs TxFCf, RxFCf et TxFCb pour la trame LMR précédente et 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.

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité distante}} = |\text{TxFcF}[t_c] - \text{TxFcF}[t_p]| - |\text{RxFcF}[t_c] - \text{RxFcF}[t_p]|$$

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité proche}} = |\text{TxFcB}[t_c] - \text{TxFcB}[t_p]| - |\text{RxFcI}[t_c] - \text{RxFcI}[t_p]|$$

8.2 Mesure du délai de trame (ETH-DM)

La fonction de mesure de délai de trame (ETH-DM) peut être utilisée pour les actions OAM à la demande ou proactives afin de mesurer le délai de trame et sa variation. Ces mesures sont effectuées par l'envoi de trames périodiques avec informations ETH-DM au point MEP homologue et par la réception de trames avec informations ETH-DM en provenance du point MEP homologue pendant une session de mesure proactive et/ou l'intervalle de diagnostic. Chaque point MEP peut exécuter la mesure du délai de trame et de sa variation.

Quand un point MEP est activé de façon à produire des trames avec informations ETH-DM, il envoie périodiquement des trames avec informations ETH-DM à son point MEP homologue dans la même entité ME. Quand un point MEP est activé de façon à produire des trames avec informations ETH-DM, il s'attend également à recevoir des trames avec informations ETH-DM à partir de son point MEP homologue dans la même entité ME.

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

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- adresse MAC d'unidiffusion d'un point MEP homologue auquel la trame ETH-DM est destinée. L'adresse MAC de multidiffusion est également autorisée pour la connectivité ETH multipoint. Dans le cas d'une connectivité ETH multipoint, un point MEP peut activer la surveillance multiple vers différents points MEP homologues simultanément. Dans ce cas, chaque point MEP doit gérer le résultat de la surveillance pour chaque point MEP homologue;
- application DM – identifie l'application, à savoir mesure de délai proactive ou à la demande. Cette information est configurable en fonction de l'opération. Un point MEP peut activer une surveillance proactive et à la demande simultanément pour un même niveau de classe de service et vers le même point MEP homologue. Dans ce cas, chaque point MEP doit gérer le résultat de la surveillance pour chaque point MEP homologue;
- données – élément de données facultatif dont la longueur est configurable au point MEP. L'inclusion de cet élément dans la trame DM a pour objet de prendre en charge une taille de trame DM configurable;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-DM. Cette information est configurable en fonction de l'opération. Un point MEP peut activer la surveillance multiple pour différents niveaux de classe de service simultanément. Dans ce cas, chaque point MEP doit gérer le résultat de la surveillance pour chaque niveau de classe de service;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-DM sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée;
- identifiant de test – peut facultativement être utilisé pour distinguer chaque mesure DM si plusieurs mesures sont activées simultanément. Il doit être unique au moins dans le contexte d'un type de mesure DM donné (unilatéral/bilatéral et à la demande/proactif) pour le groupe MEG et le point MEP initiateur.

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 pour les trames avec informations ETH-DM et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-DM.

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

- TxTimeStamp: horodate à l'instant d'émission de la trame ETH-DM.

Le point MEP récepteur peut comparer cette valeur à la valeur RxTimef, qui est le temps à la réception de la trame ETH-DM; il peut également calculer le délai de trame dans un seul sens comme suit:

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

Cependant, la mesure dans un seul sens du délai de trame nécessite que le temps et la phase au point MEP initiateur et aux points MEP récepteurs soient synchronisés. Aux fins de la mesure de la variation du délai de trame, qui est fondée sur la différence entre mesures successives du délai de trame, l'exigence de synchronisation du temps et de la phase peut être assouplie 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, la mesure du délai de trame peut n'être effectuée que pour les mesures bilatérales, où le point MEP émet une trame avec informations de requête ETH-DM contenant la valeur TxTimeStampf et où le point MEP récepteur répond par une trame avec informations de réponse ETH-DM contenant la valeur TxTimeStampf copiée à partir des informations de requête ETH-DM. Le point MEP récepteur de la trame avec informations de réponse ETH-DM compare l'horodate 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:

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

Le point MEP peut également effectuer une mesure 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 une mesure plus précise dans les deux sens du délai de trame, le point MEP qui répond à une trame avec informations de requête ETH-DM peut également inclure deux horodates supplémentaires dans les informations de réponse ETH-DM: RxTimeStampf (horodate au moment de la réception de trame avec informations de requête ETH-DM) et TxTimeStampb (horodate au moment de l'émission d'une trame avec informations de réponse ETH-DM).

La mesure ETH-DM peut être effectuée de deux façons:

- mesure ETH-DM bilatérale (voir le § 8.2.1);
- mesure ETH-DM unilatérale (voir le § 8.2.2).

NOTE 3 – Dans les versions précédentes de la présente Recommandation, la mesure ETH-DM bilatérale et la mesure ETH-DM unilatérale étaient respectivement appelées mesure ETH-DM dans un seul sens et mesure ETH-DM dans les deux sens.

8.2.1 Mesure ETH-DM bilatérale

Dans ce cas, chaque point MEP envoie des trames avec informations de mesure ETH-DM bilatérale à son point MEP homologue afin de faciliter les mesures dans un seul sens du délai de trame et/ou de sa variation au point MEP homologue.

NOTE 1 – Si les horloges entre les deux points MEP sont synchronisées, la mesure dans un seul sens du délai de trame peut être effectuée; sinon, seule la mesure dans un seul sens de la variation du délai de trame peut être effectuée.

L'unité PDU utilisée pour les mesures ETH-DM bilatérales est l'unité PDU 1DM, comme décrit au § 9.14. Les trames qui transportent l'unité PDU 1DM sont appelées *trames 1DM*. Le même format de trame 1DM peut être utilisé pour les mesures ETH-DM bilatérales proactives et à la demande. On utilise un fanion dans la trame 1DM pour faire la distinction entre une trame de mesure 1DM proactive et une trame de mesure 1DM à la demande.

NOTE 2 – Dans les versions précédentes de la présente Recommandation, la mesure ETH-DM bilatérale était appelée mesure ETH-DM dans un seul sens.

8.2.1.1 Emission de trames 1DM

Quand il est configuré pour une mesure ETH-DM bilatérale, un point MEP émet périodiquement des trames 1DM avec la valeur temporelle TxTimeStampf. Un point MEP peut facultativement utiliser un triplet TLV d'identifiant de test et/ou un triplet TLV de données. Quand le point MEP est configuré pour utiliser un triplet TLV d'identifiant de test, celui-ci contient un identifiant de test qui sert à effectuer plusieurs tests simultanément. Quand le point MEP est configuré pour utiliser un triplet TLV de données, celui-ci permet de mesurer le délai et la variation du délai pour différentes tailles de trame.

8.2.1.2 Réception de trames 1DM

Quand il est configuré pour une mesure ETH-DM bilatérale, un point MEP, dès réception d'une trame 1DM valide, utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer la mesure dans un seul sens du délai de trame. Une trame 1DM avec un niveau de groupe MEG valide et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MEP récepteur ou à l'adresse MAC de classe 1 de multidiffusion est considérée comme une trame 1DM valide. Ces valeurs servent de données d'entrée à la mesure 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_{dans un seul sens} = RxTimef – TxTimeStampf

8.2.2 Mesure ETH-DM unilatérale

Un point MEP envoie des trames avec informations de requête ETH-DM à son point MEP homologue et reçoit des trames avec informations de réponse ETH-DM à partir de son point MEP homologue afin d'effectuer des mesures dans les deux sens du délai de trame et de sa variation. Si deux horodates facultatives RxTimeStampf et TxTimeStampb sont prises en charge au niveau de son point MEP homologue, les résultats des mesures dans un seul sens du délai de trame et de sa variation peuvent aussi être calculés à partir des mêmes informations de requête/réponse ETH-DM.

NOTE 1 – En ce qui concerne les mesures dans un seul sens, si les horloges entre les deux points MEP sont synchronisées, la mesure dans un seul sens du délai de trame peut être effectuée. Sinon, seule la mesure dans un seul sens de la variation du délai de trame peut être effectuée.

L'unité PDU utilisée pour la demande ETH-DM est l'unité PDU DMM, comme décrit au § 9.15. L'unité PDU utilisée pour la réponse ETH-DM est l'unité PDU DMR, comme décrit au § 9.16. Les trames qui transportent l'unité PDU DMM sont appelées *trames DMM*. Les trames qui transportent l'unité PDU DMR sont appelées *trames DMR*. Les mêmes formats de trame DMM et DMR peuvent être utilisés pour les mesures ETH-DM unilatérales proactives et à la demande. On utilise un fanion dans les trames DMM/DMR pour faire la distinction entre les trames DMM/DMR pour les mesures proactives et les trames DMM/DMR pour les mesures à la demande.

NOTE 2 – Dans les versions précédentes de la présente Recommandation, la mesure ETH-DM unilatérale était appelée mesure ETH-DM dans les deux sens.

8.2.2.1 Emission de trames DMM

Quand il est configuré pour une mesure ETH-DM unilatérale, un point MEP émet périodiquement des trames DMM avec la valeur temporelle TxTimeStampf. Un point MEP peut facultativement utiliser un triplet TLV d'identifiant de test et/ou un triplet TLV de données. Quand le point MEP est configuré pour utiliser un triplet TLV d'identifiant de test, celui-ci contient un identifiant de test qui sert à effectuer plusieurs tests simultanément. Quand le point MEP est configuré pour utiliser un triplet TLV de données, celui-ci permet de mesurer le délai et la variation du délai pour différentes tailles de trame.

8.2.2.2 Réception de trames DMM et émission de trames DMR

Chaque fois qu'une trame DMM valide est reçue par un point MEP, une trame DMR est générée et transmise au point MEP initiateur. Une trame DMM avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MEP répondant ou à l'adresse MAC de classe 1 de multidiffusion est considérée comme étant une trame DMM valide. Chaque champ de la trame DMM est copié dans la trame DMR, avec les exceptions suivantes:

- l'adresse MAC d'origine est copiée vers l'adresse MAC de destination et l'adresse MAC du point MEP est insérée dans l'adresse MAC d'origine;
- le champ OpCode passe de DMM à DMR.

NOTE – En option, deux horodates additionnelles peuvent être utilisées dans la trame DMR afin de tenir compte de l'instant de traitement au point MEP répondant: RxTimeStampf (horodate au moment de la réception de la trame DMM) et TxTimeStamb (horodate au moment de l'émission de la trame DMR).

8.2.2.3 Réception de trames DMR

Dès réception d'une trame DMR, un point 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 une mesure 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.

Délai de trame _{dans les deux sens} = RxTimeb – TxTimeStampf

Si des horodates additionnelles sont transportées dans la trame DMR, ce qui est déterminé par des valeurs différentes de zéro des champs RxTimeStampf et TxTimeStamb, le délai de trame dans un seul sens et dans les deux sens peut être calculé comme suit:

Délai de trame _{dans les deux sens} = (RxTimeb – TxTimeStampf) – (TxTimeStamb – RxTimeStampf)

Délai de trame _{dans un seul sens_distant} = RxTimeStampf – TxTimeStampf

Délai de trame _{dans un seul sens_local} = RxTimeb – TxTimeStamb

8.3 Mesure de débit utile

La norme [b-IETF RFC 2544] spécifie la mesure du débit utile par l'envoi de trames à un 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 LBM et LBR avec champ de données) et tests ETH-Test (p. ex. trames de test TST avec champ de données) peuvent être utilisés afin d'effectuer les mesures de débit utile. Un point MEP peut insérer à un certain débit des trames de test TST ou de message LBM avec longueur, structure de séquence, etc. configurées de façon à émuler le débit utile et à effectuer des mesures dans un ou deux sens.

8.4 Mesure de perte synthétique (ETH-SLM)

La mesure de perte synthétique est un mécanisme de mesure de la perte de trames qui utilise des trames synthétiques et non le trafic de données. Un certain nombre de trames synthétiques sont envoyées et reçues, ce qui permet de calculer le nombre de celles qui sont perdues. On peut considérer qu'il s'agit d'un échantillon statistique et l'utiliser pour obtenir une valeur approximative du taux de perte de trames pour le trafic de données.

La fonction ETH-SLM utilise des compteurs afin de conserver un décompte des trames synthétiques émises et reçues entre un ensemble de points MEP.

La fonction ETH-SLM est utilisée pour effectuer des tests à la demande ou proactifs. Pour cela, elle envoie un certain nombre de trames contenant des informations ETH-SLM à un ou plusieurs points MEP homologues et, de même, reçoit des trames contenant des informations ETH-SLM en provenance des points MEP homologues. Chaque point MEP mesure ensuite les pertes de trames qui contribuent à la durée d'indisponibilité. Etant donné qu'un service bidirectionnel est défini comme indisponible si un des deux sens est déclaré indisponible, la fonction ETH-SLM doit aider chaque point MEP à exécuter les mesures de perte de trames synthétiques à l'extrémité proche et à l'extrémité distante.

Un point MEP tient à jour les compteurs locaux suivants pour chaque identifiant de test et pour chaque point MEP homologue faisant l'objet d'une surveillance dans une entité ME pour laquelle des mesures de perte doivent être effectuées:

- TxFCI: nombre de trames synthétiques émises vers le point MEP homologue, pour un identifiant de test donné. Un point MEP initiateur incrémente ce nombre chaque fois qu'une nouvelle trame synthétique contenant des informations de demande ETH-SLM est émise, tandis qu'un point MEP répondant l'incrémente chaque fois qu'une nouvelle trame synthétique contenant des informations de réponse ETH-SLM est émise;
- RxFCI: nombre de trames synthétiques reçues du point MEP homologue, pour un identifiant de test donné. Un point MEP initiateur incrémente ce nombre chaque fois qu'une nouvelle trame synthétique contenant des informations de réponse ETH-SLM est reçue, tandis qu'un point MEP répondant l'incrémente chaque fois qu'une nouvelle trame synthétique contenant des informations de demande ETH-SLM est reçue.

La méthode de mesure de perte utilise des séries de trames avec informations ETH-SLM avec des valeurs croissantes de TxFCI, comme indiqué dans les § 8.4.1 et 8.4.2.

NOTE 1 – Aucune synchronisation n'est nécessaire pour la valeur d'identifiant de test entre les points MEP initiateur et répondant, car l'identifiant de test est configuré au niveau du point MEP initiateur, et le point MEP répondant utilise l'identifiant de test qu'il reçoit du point MEP initiateur. L'attribution et la libération des ressources locales de compteur pour chaque identifiant de test au niveau du point MEP répondant n'entrent pas dans la cadre de la présente Recommandation.

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

- niveau de groupe MEG – celui auquel le point MEP se trouve;
- données – élément de données facultatif dont la longueur est configurable au niveau du point MEP. L'inclusion de cet élément dans la trame SLM a pour objet de prendre en charge une taille de trame SLM configurable;
- adresse MAC de destination – identifie le point MEP homologue cible;
- identifiant de test – utilisé pour distinguer chaque mesure SL car plusieurs mesures peuvent être activées simultanément pour une classe de service donnée et une paire de points MEP. Il doit être unique au moins dans le contexte d'une mesure SL pour le groupe MEG et le point MEP initiateur;
- priorité – identifie la priorité des trames avec informations ETH-SLM. Cette information est configurable en fonction de l'opération;
- admissibilité au rejet – les trames avec informations ETH-SLM sont toujours marquées comme n'étant pas admissibles au rejet. Cette information n'est pas nécessairement configurée.

Un point MIP est transparent pour les trames avec informations ETH-SLM et ne nécessite donc aucune information pour prendre en charge la fonctionnalité ETH-SLM.

NOTE 2 – Etant donné que la mesure ETH-SLM utilise un échantillonnage, elle est forcément moins précise que le comptage des trames de service. En outre, la précision dépend du nombre de trames SLM utilisées ou de la période d'émission des trames SLM. Le nombre de trames SLM et la période d'émission des trames SLM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais quelques exemples de précision sont donnés à titre d'information dans l'Appendice VI.

8.4.1 Mesure ETH-SLM unilatérale

La mesure ETH-SLM unilatérale est utilisée pour des actions OAM proactives ou à la demande, les mesures de perte synthétique effectuées s'appliquant à la fois pour une connexion ETH point à point et pour une connectivité ETH multipoint. Elle permet à un point MEP de lancer et transmettre les mesures à l'extrémité proche et à l'extrémité distante associées à un point MEP homologue ou à un ensemble de points MEP homologues faisant partie du même groupe MEG.

Le choix entre à la demande et proactif est opéré par la fonction de gestion qui lance le test; toutefois, il s'agit d'une information locale et il n'est pas nécessaire de l'acheminer dans l'unité PDU.

Pour une mesure unilatérale, un point MEP envoie des trames avec informations de demande ETH-SLM à son ou ses points MEP homologues et reçoit des trames avec informations de réponse ETH-SLM en provenance de son ou ses points MEP homologues afin d'effectuer des mesures de perte synthétique.

L'unité PDU utilisée pour une demande de mesure ETH-SLM unilatérale est l'unité PDU SLM, comme décrit au § 9.22. L'unité PDU utilisée pour une réponse ETH-SLM unilatérale est l'unité PDU SLR, comme décrit au § 9.23. Les trames transportant l'unité PDU SLM sont appelées *trames SLM*. Les trames transportant l'unité PDU SLR sont appelées *trames SLR*.

8.4.1.1 Emission de trames SLM

Un point MEP émet périodiquement des trames SLM contenant les éléments d'information suivants:

- identifiant de test: valeur contenant un nombre configuré par le point MEP puis utilisé pour effectuer plusieurs tests simultanément;
- identifiant du point MEP d'origine: propre identité du point MEP dans le groupe MEG;
- TxFCf: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de la trame SLM;
- TxFCb: toujours mis à zéro. Réserve pour l'émission de trames SLR.

8.4.1.2 Réception de trames SLM et émission de trames SLR

Chaque fois qu'une trame SLM valide est reçue par un point MEP, une trame SLR est générée et transmise au point MEP initiateur. Une trame SLM avec un niveau valide de groupe MEG et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MEP répondant ou à l'adresse MAC de classe 1 de multidiffusion est considérée comme étant une trame SLM valide. Chaque champ de la trame SLM est copié dans la trame SLR, avec les exceptions suivantes:

- l'adresse MAC d'origine est copiée vers l'adresse MAC de destination et l'adresse MAC du point MEP est insérée dans l'adresse MAC d'origine;
- le champ OpCode passe de SLM à SLR;
- identifiant du point MEP répondant: propre identité du point MEP dans le groupe MEG;
- TxFCb: valeur du compteur local RxFCI au moment de l'émission de la trame SLR.

Il est à noter qu'étant donné qu'une trame SLR est générée chaque fois qu'une trame SLM est reçue, RxFCI dans le répondeur est égal au nombre de trames SLM reçues et égal aussi au nombre de trames SLR envoyées. En d'autres termes, dans le répondeur, RxFCI = TxFCI.

8.4.1.3 Réception de trames SLR

Après l'émission d'une trame SLM (avec une valeur TxFCf donnée), un point MEP s'attendra à recevoir une trame SLR correspondante (transportant la même valeur TxTCf) en provenance de son ou ses points MEP homologues. Dans le mode à la demande, les trames SLR reçues plus de 5s après la commande qui met fin à la mesure SL doivent être rejetées, comme spécifié dans la Recommandation [UIT-T G.8021].

Avec les informations contenues dans les trames SLR, un point MEP détermine la perte de trames pour des périodes de mesure données. La période de mesure est un intervalle de temps pendant lequel le nombre de trames SLM émises est suffisant sur le plan statistique pour effectuer une mesure à une précision donnée. (Voir l'Appendice VI.) Un point MEP utilise les valeurs suivantes pour déterminer la perte de trames à l'extrémité proche et à l'extrémité distante pendant la période de mesure:

- valeurs TxFCf et TxFCb pour la dernière trame SLR reçue et valeur du compteur local RxFCI à la fin de la période de mesure. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_c], TxFCb[t_c] et RxFCI[t_c], où t_c est l'instant de fin de la période de mesure;
- valeurs TxFCf et TxFCb pour la première trame SLR reçue après le démarrage du test et valeur du compteur local RxFCI au début de la période de mesure. Ces valeurs sont représentées par TxFCf[t_p], TxFCb[t_p] et RxFCI[t_p], où t_p est l'instant de début de la période de mesure.

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité distante}} = | \text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p] | - | \text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p] |$$

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité proche}} = | \text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p] | - | \text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p] |$$

NOTE – Si, à la fin de la période de mesure, il existe des trames SLM pour lesquelles aucune trame SLR correspondante n'a été reçue pendant la période de temporisation (à savoir des trames SLM avec des numéros de séquence supérieurs au numéro de séquence de la dernière trame SLR reçue), il est impossible de déterminer si elles ont été perdues en direction de l'extrémité proche ou de l'extrémité distante.

8.4.2 Mesure ETH-SLM bilatérale

La mesure ETH-SLM bilatérale peut être utilisée pour des actions OAM à la demande ou proactives, les mesures de perte effectuées s'appliquant à la fois pour une connexion ETH point à point et pour une connectivité ETH multipoint. Elle permet à un point MEP d'un groupe MEG d'envoyer périodiquement des trames bilatérales avec des informations ETH-SLM à son ou ses points MEP homologues pour faciliter la mesure de perte de trames au niveau du point MEP homologue. Le point MEP récepteur reçoit les trames bilatérales et effectue les mesures de perte à l'extrémité proche.

Le choix entre à la demande et proactif est opéré par la fonction de gestion qui lance le test; toutefois, il s'agit d'une information locale et il n'est pas nécessaire de l'acheminer dans l'unité PDU.

La mesure ETH-SLM bilatérale est appropriée lorsqu'il est nécessaire et pratique de mesurer le taux de perte de trames (FLR) unidirectionnel depuis chaque point MEP jusqu'à tous ses points MEP homologues (par exemple mesures de n'importe quel point à n'importe quel point).

L'unité PDU utilisée pour des informations de mesure ETH-SLM bilatérale est l'unité PDU 1SL, comme décrit au § 9.24. Les trames qui transportent l'unité PDU 1SL sont appelées *trames 1SL*.

8.4.2.1 Emission de trames 1SL

Quand il est configuré pour un fonctionnement bilatéral, un point MEP émet périodiquement des trames 1SL contenant les éléments d'information suivants:

- identifiant de test: valeur contenant un nombre configuré par le point MEP puis utilisé pour effectuer plusieurs tests simultanément;
- identifiant de point MEP d'origine: propre identité du point MEP dans le groupe MEG;
- TxFCf: valeur du compteur local TxFCI au moment de l'émission de la trame 1SL.

L'unité PDU 1SL est émise avec une valeur de période égale à la période d'émission de trame 1SL configurée pour l'application de surveillance de la performance au point MEP émetteur.

8.4.2.2 Réception de trames 1SL

Quand il est configuré pour les mesures de perte synthétique dans un seul sens, un point MEP, dès réception d'une trame 1SL valide, utilise les valeurs ci-après afin d'effectuer les mesures de perte de trame dans un seul sens. Une trame 1SL avec un niveau de groupe MEG valide et une adresse MAC de destination égale à l'adresse MAC du point MEP récepteur ou à l'adresse MAC de classe 1 de multidiffusion est considérée comme étant une trame 1SL valide.

Chaque fois qu'une trame 1SL valide est reçue par un point MEP avec une valeur **TxFcF** donnée, le point MEP s'attendra à recevoir une autre trame 1SL (valeur **TxFcF** incrémentée de un).

Pour une période de mesure donnée, un point MEP utilise les valeurs suivantes pour déterminer la perte de trames à l'extrémité proche pendant la période:

- valeur **TxFcF** pour la dernière trame 1SL reçue et valeur du compteur local **RxFcI** à la fin de la période de mesure. Ces valeurs sont représentées par **TxFcF[t_c]** et **RxFcI[t_c]**, où t_c est l'instant de fin de la période de mesure;
- valeur **TxFcF** pour la première trame 1SL reçue après le démarrage du test et valeur du compteur local **RxFcI** au début de la période de mesure. Ces valeurs sont représentées par **TxFcF[t_p]** et **RxFcI[t_p]**, où t_p est l'instant de début de la période de mesure.

$$\text{Perte de trames}_{\text{extrémité proche}} = | \text{TxFcF}[t_c] - \text{TxFcF}[t_p] | - | \text{RxFcI}[t_c] - \text{RxFcI}[t_p] |$$

9 Types d'unité PDU OAM

Le présent paragraphe article décrit les éléments d'information et les formats pour différents types d'unité PDU OAM 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 OAM sont fixes, ces valeurs sont représentées entre parenthèses dans les formats d'unité PDU OAM indiqués dans les paragraphes suivants.

9.1 Eléments communs d'information OAM

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits qui contient une valeur d'entier identifiant le niveau de groupe MEG de l'unité PDU OAM. Cette valeur va de 0 à 7;
- version: champ de 5 bits qui contient une valeur d'entier identifiant la version du protocole OAM. Le paragraphe 11 traite des aspects propres à la validation et à l'indication de la version des unités PDU OAM par rapport à ce champ;
- OpCode: champ de 1 octet qui contient un code OpCode identifiant un type d'unité PDU OAM. Le champ OpCode sert à identifier le contenu restant d'une unité PDU OAM. Les valeurs de ce champ d'information sont représentées dans le Tableau 9-1;
- fanions: champ de 8 bits. L'utilisation des bits contenus dans ce champ dépend du type de l'unité PDU OAM;
- décalage TLV: champ de 1 octet qui contient le décalage par rapport au premier triplet TLV contenu dans une unité PDU OAM relative au champ de décalage TLV. La valeur de ce champ est associée à un type d'unité PDU OAM. Quand le décalage TLV est 0, cet élément pointe sur le premier octet faisant suite au décalage du champ de triplet TLV.

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

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

Tableau 9-1 – Valeurs du champ OpCode

Valeur du champ OpCode	Type d'unité PDU OAM	Applicabilité de la valeur OpCode aux points MEP/MIP
OpCodes communs avec l'IEEE 802.1		
1	CCM	Points MEP
3	LBM	Points MEP et MIP (vérification de connectivité)
2	LBR	Points MEP et MIP (vérification de connectivité)
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		
32	GNM (Note 4)	Points MEP
33	AIS	Points MEP
35	LCK	Points MEP
37	TST	Points MEP
39	APS linéaire	Voir la Recommandation [UIT-T G.8031]
40	APS en anneau	Voir la Recommandation [UIT-T G.8032]
41	MCC	Points MEP
43	LMM	Points MEP
42	LMR	Points MEP
45	IDM	Points MEP
47	DMM	Points MEP
46	DMR	Points MEP
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
52	CSF	Points MEP
53	ISL	Points MEP
55	SLM	Points MEP
54	SLR	Points MEP
34, 36, 38, 44, 60-63	Réservé (Note 2)	
56-59	Réservé (Note 3)	

Tableau 9-1 – Valeurs du champ OpCode

Valeur du champ OpCode	Type d'unité PDU OAM	Applicabilité de la valeur OpCode aux points MEP/MIP
NOTE 1 – Réserve pour définition par l'IEEE 802.1.		
NOTE 2 – Réserve pour normalisation future par l'UIT-T.		
NOTE 3 – Réserve pour définition par le MEF. La définition est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.		
NOTE 4 – Le type d'unité PDU GNM (message de notification générique) sert à transporter d'autres unités PDU OAM en utilisant les valeurs du champ Sub-Opcode figurant dans le Tableau 9-1a.		

9.1.1 Format commun des unités PDU OAM

Le format commun utilisé dans toutes les unités PDU OAM est représenté dans la Figure 9.1-1.

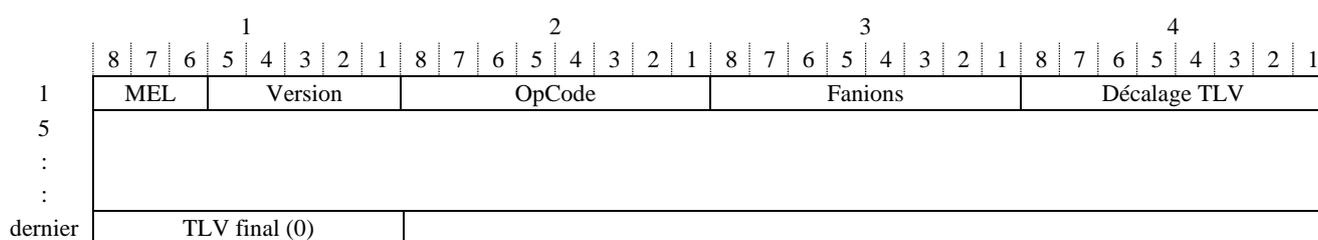


Figure 9.1-1 – Format commun des unités PDU OAM

Quand le champ OpCode a la valeur 32 (GNM), un champ supplémentaire d'un octet Sub-OpCode suit le champ de décalage TLV. Les valeurs du champ Sub-OpCode sont indiquées dans le Tableau 9-1a.

Tableau 9-1a – Valeurs du champ Sub-OpCode

Valeur du champ Sub-OpCode	Type d'unité PDU OAM
1	BNM
0, 2-255	Réserve (Note)
NOTE – Réserve pour normalisation future par l'UIT-T.	

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

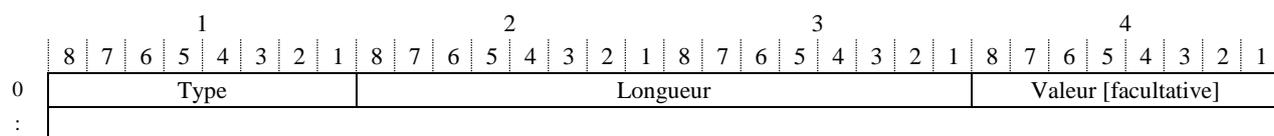


Figure 9.1-2 – Format générique des triplets TLV

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

Tableau 9-2 – Valeurs de type

Valeur de type	Nom du triplet TLV
Types communs avec l'IEEE 802.1	
0	TLV final
3	Triplet TLV de données
5	TLV d'entrée de réponse
6	TLV de sortie de réponse
7	Triplet TLV d'identifiant de sortie LTM
8	Triplet TLV d'identifiant de sortie LTR
2, 4, 9-31, 64-255	Réservé (Note 1)
Types propres à la présente Recommandation	
32	Triplet TLV de test
33-35	Réservé (Note 2)
36	Triplet TLV d'identifiant de test
37, 38	Réservé (Note 3)
39-63	Réservé (Note 4)
<p>NOTE 1 – Réserve pour définition par l'IEEE 802.1.</p> <p>NOTE 2 – Réserve pour définition dans la Recommandation [UIT-T G.8113.1].</p> <p>NOTE 3 – Réserve pour définition par le MEF. La définition est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.</p> <p>NOTE 4 – Réserve pour normalisation future par l'UIT-T.</p>	

9.2 Unité PDU 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 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 bits 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;
- identifiant de groupe MEG: champ de 48 octets qui contient l'identifiant du groupe MEG auquel appartient le point MEP émettant la trame CCM. Voir l'Annexe A;
- identifiant de point MEP: champ de 2 octets dans lequel les 13 bits de plus faible poids servent à identifier le point MEP émettant la trame CCM. L'identifiant de point 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 le point MEP émetteur. Quand le bit RDI est 0, aucune indication de défaut n'est communiquée par le point MEP émetteur.

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

- TxFCf: champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil et émises par le point MEP vers son point MEP homologue, au moment de l'émission de la trame CCM;
- RxFCb: champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil et reçues par le point MEP à partir de son point MEP homologue, au moment de la réception de la dernière trame CCM à partir de ce point MEP homologue;
- TxFCb: champ de 4 octets qui transporte la valeur du champ TxFCf contenu dans la dernière trame CCM reçue par le point MEP à partir de son point MEP homologue.

9.2.2 Format de l'unité PDU CCM

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

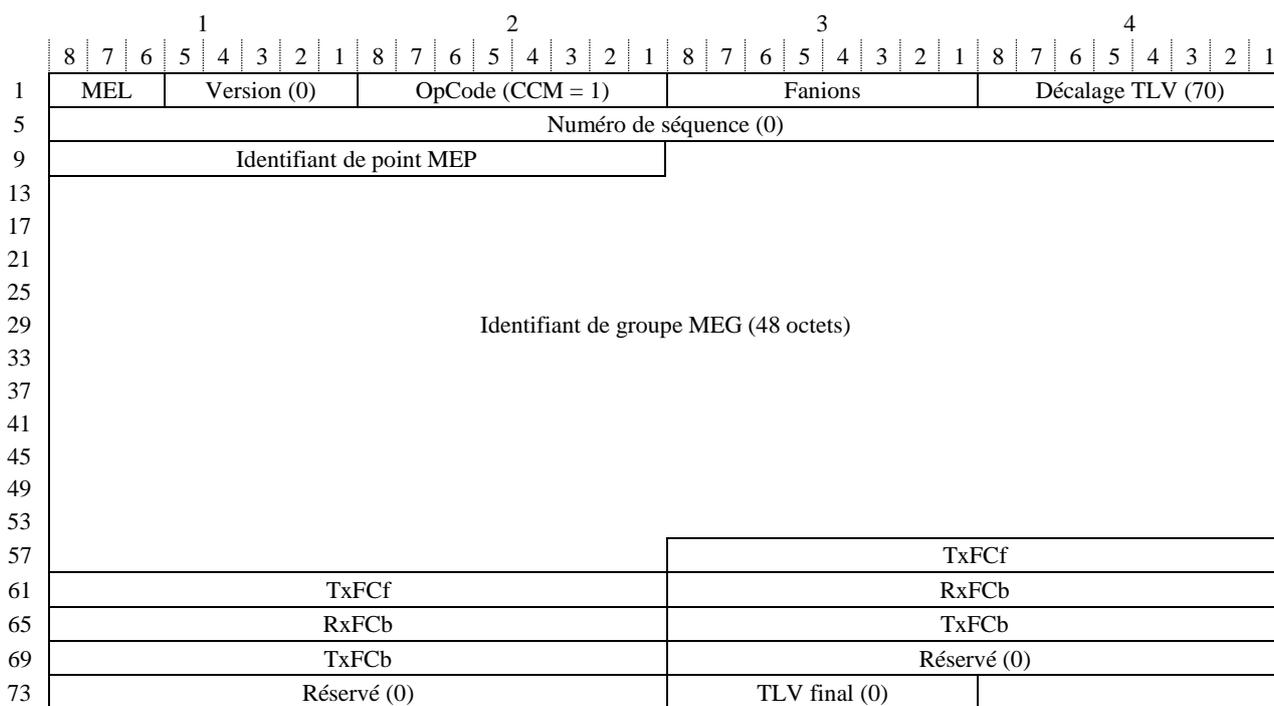


Figure 9.2-1 – Format de l'unité PDU CCM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- 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:

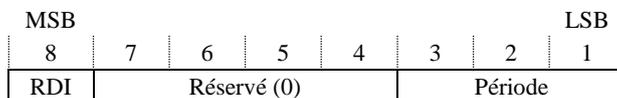


Figure 9.2-2 – Format des fanions dans l'unité PDU de message CCM

- RDI: le bit 8 est mis à 1 afin d'indiquer RDI, sinon il est mis 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 – 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	1 s	1 trame par seconde
101	10 s	6 trames par minute
110	1 minute	1 trame par minute
111	10 min	6 trames par heure

- décalage TLV: mis à 70;
- numéro de séquence: ce champ est rempli de zéros pour la présente Recommandation;
- identifiant de point MEP: une valeur d'entier de 13 bits identifie le point MEP émetteur 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 – Format d'identifiant de point MEP dans l'unité PDU de message CCM

- identifiant de groupe MEG: champ de 48 octets. Voir à l'Annexe A le format utilisé pour le champ d'identifiant 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 remplis de zéros quand ils ne sont pas utilisés;
- réservé: les champs réservés sont remplis de zéros;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.3 Unité PDU 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 LBM

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

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

- données/séquence de test: champ facultatif dont la longueur et le contenu sont déterminés au point MEP émetteur. Le contenu du champ de données peut être une séquence de test avec, en plus, une somme de contrôle facultative. La séquence de test peut être une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8 de la Recommandation [UIT-T O.150], une suite de zéros, etc.

9.3.2 Format de l'unité PDU LBM

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

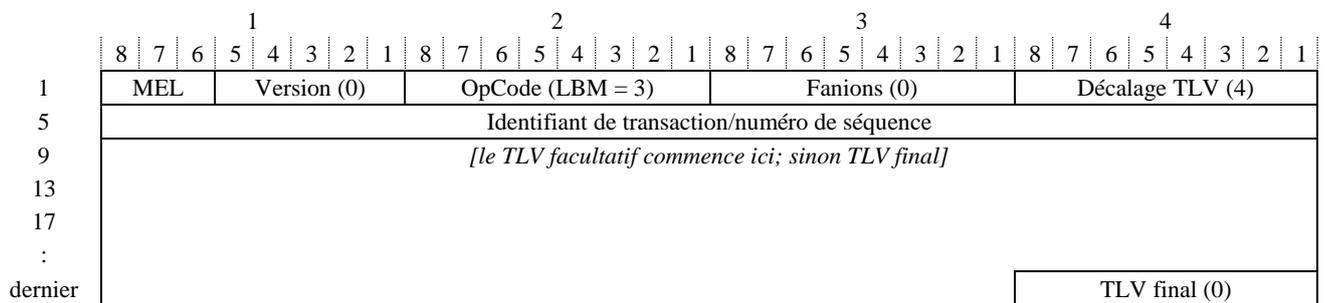


Figure 9.3-1 – Format de l'unité PDU LBM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est LBM (3);
- fanions: champ rempli de zéros.

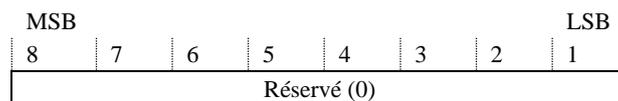


Figure 9.3-2 – Format des fanions dans l'unité PDU LBM

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

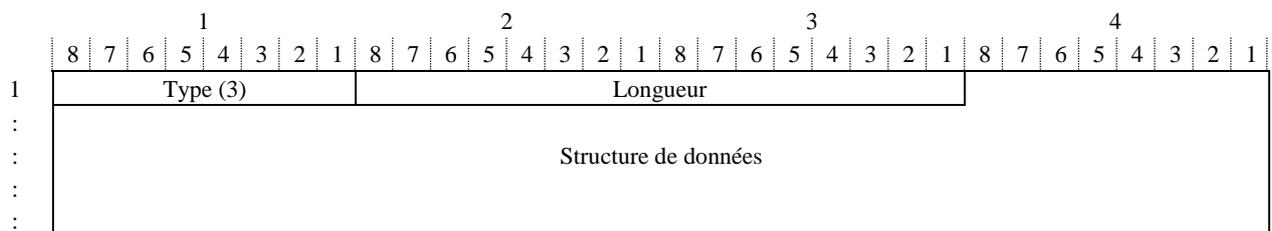


Figure 9.3-3 – Format du triplet TLV de données

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

- type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est: 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 triplet TLV de données, plus l'octet de TLV final). Tous les autres triplets 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.

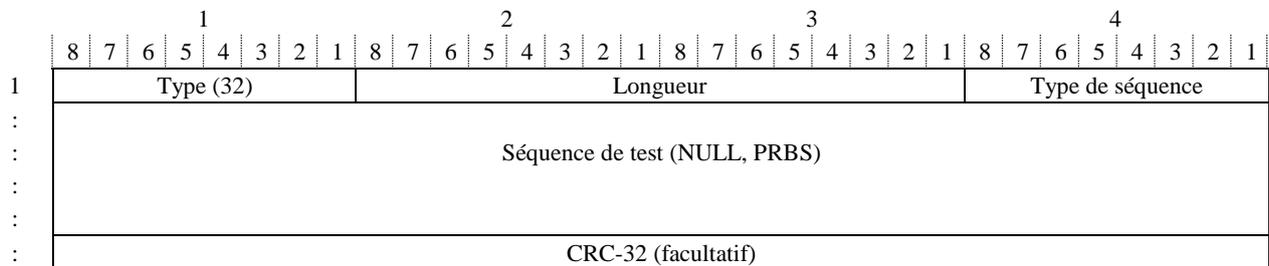


Figure 9.3-4 – Format du triplet TLV de test

Les champs du format du triplet TLV de test sont les suivants:

- type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est: test (32);
- longueur: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur contenant le type de séquence, la séquence de test 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 triplet TLV de test et pour l'octet de TLV final). Tous les autres triplets 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 de test.);
- type de séquence: identifie le type de séquence de test; 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 normalisation future;
- séquence de test: séquence de test de n octets ($n \leq$ 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 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 LBR

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

- identifiant de transaction/numéro de séquence: champ de 4 octets qui est copié à partir du champ d'identifiant 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 LBR

Le format de l'unité PDU LBR utilisée par un point MEP or MIP afin d'émettre des informations LBR est représenté dans la Figure 9.4-1.

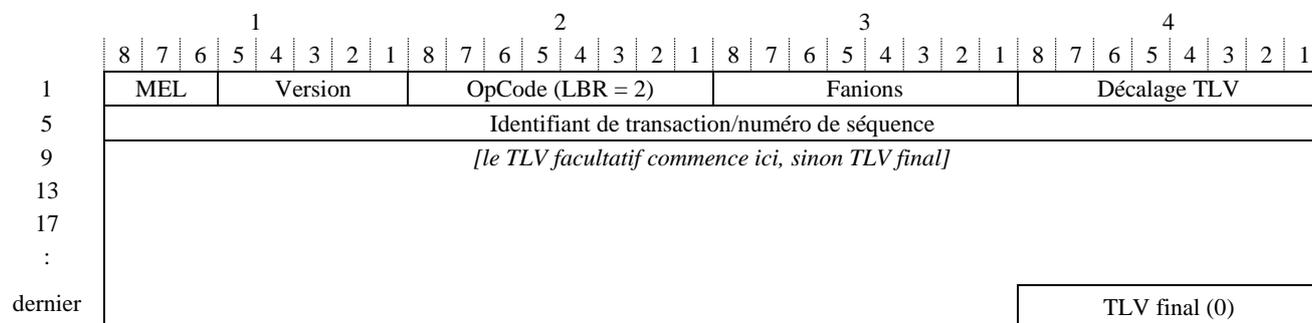


Figure 9.4-1 – Format de l'unité PDU LBR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU LBM reçue;
- version: champ de 5 bits dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU 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 LBM;
- décalage TLV: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU LBM;
- identifiant de transaction/numéro de séquence: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU LBM;
- triplet TLV facultatif: si présent dans l'unité PDU LBM, copié à partir de l'unité PDU LBM;
- TLV final: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU LBM.

9.5 Unité PDU LTM

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

9.5.1 Éléments d'information LTM

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

- identifiant de transaction: champ de 4 octets qui contient le numéro de transaction pour le message LTM. Le récepteur est censé copier l'identifiant de transaction dans l'unité PDU 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 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 du point d'extrémité visé. 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 du point MEP émetteur. 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 LTM

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

NOTE – Les points MIP transmettent uniquement des informations LTM en réponse aux informations LTM reçues.

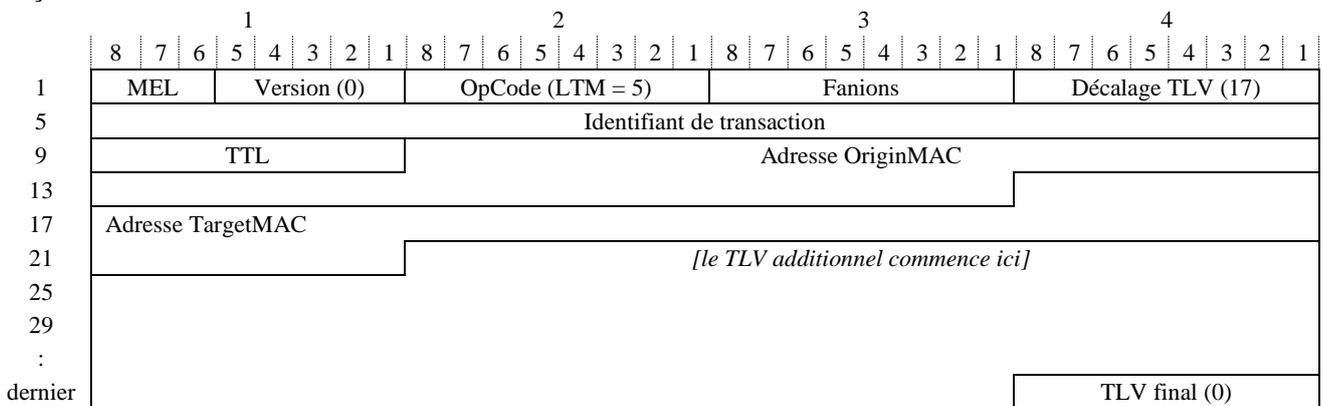


Figure 9.5-1 – Format de l'unité PDU LTM

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

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

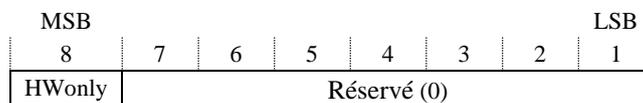


Figure 9.5-2 – Format des fanions dans l'unité PDU LTM

- Hwonly: le bit 8 est mis 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 TLV: mis à 17;
- identifiant de transaction: valeur de 4 octets contenant l'identifiant de transaction pour l'unité PDU 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;
- TLV additionnel: triplet TLV d'identifiant de sortie LTM comme spécifié dans la Figure 9.5-3;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

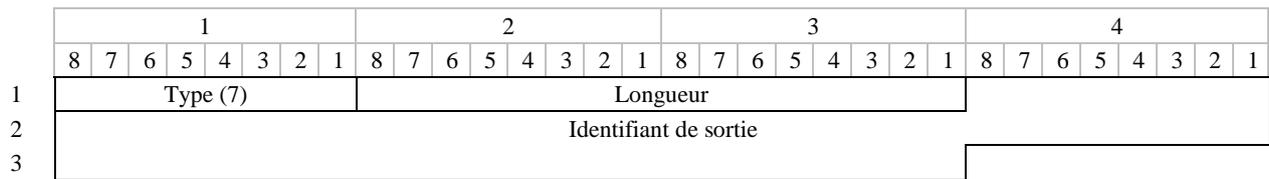


Figure 9.5-3 – Format du triplet TLV d'identifiant de sortie LTM

Les champs du format du triplet TLV d'identifiant de sortie LTM sont les suivants:

- Type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est identifiant de sortie LTM (7).
- Longueur: identifie la taille, en octets, du champ de valeur contenant l'identifiant de sortie. Ce champ est mis à 8.
- Identifiant de sortie: identifie le point MEP initiateur de la trame LTM ou le répondeur ETH-LT relayant la trame LTM modifiée. Les octets 4 et 5 sont remplis de 0 tandis que les six octets restants 6-11 contiennent une adresse MAC IEEE de 48 bits unique pour l'élément de réseau dans lequel le point MEP ou le répondeur ETH-LT réside.

9.6 Unité PDU 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 LTR

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

- identifiant de transaction: champ de 4 octets qui est copié à partir du champ d'identifiant de transaction contenu dans le message LTM;
- TTL: champ de 1 octet qui contient la valeur du champ TTL décrémenté 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 LTR

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

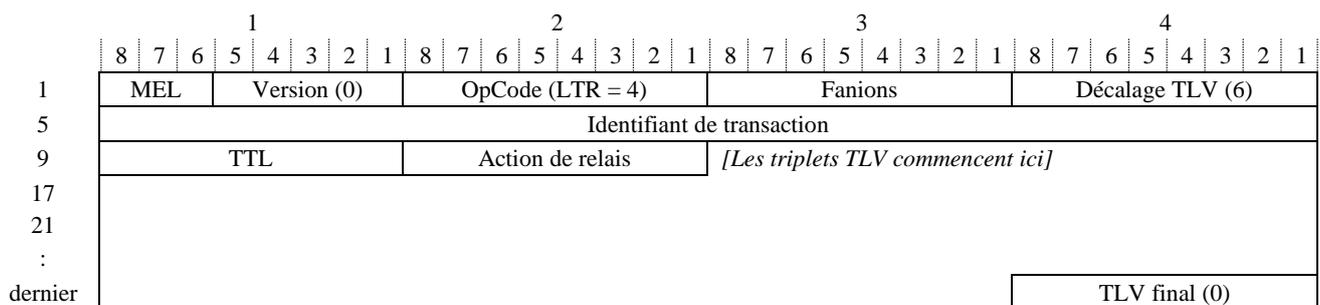


Figure 9.6-1 – Format de l'unité PDU LTR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU LTM reçue;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur de ce type d'unité PDU est LTR (4);
- fanions: le format est tel qu'indiqué dans la Figure 9.6-2.

MSB						LSB	
8	7	6	5	4	3	2	1
HWonly	FwdYes	TerminalMEP	Réservé (0)				

Figure 9.6-2 – Format des fanions dans l'unité PDU LTR

- HWonly: le bit 8 (HWonly) est copié à partir de la valeur figurant dans le message LTM entrant.
- FwdYes: le bit 7 est mis à 1 si une trame LTM modifiée a été relayée, ou mis à 0 si aucune trame LTM n'a été relayée.
- TerminalMEP: le bit 6 est mis à 1 si le triplet TLV de sortie de réponse (ou le triplet TLV d'entrée de réponse, si le triplet TLV de sortie de réponse n'est pas présent) correspond à un point MEP, ou mis à 0 dans les autres cas.
- décalage TLV: mis à 6;
- identifiant 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 indique comment la trame de données ciblée par le message LTM serait transmise, via l'entité relais MAC, au port de pont de sortie, comme décrit au § 21.9.5 de la norme [IEEE 802.1Q]. La valeur est définie dans le Tableau 21-27 de la norme [IEEE 802.1Q];
- triplets TLV: triplets TLV d'identifiant de sortie LTR, d'entrée de réponse et/ou de sortie de réponse comme spécifié dans les Figures 9.6-3, 9.6-4 et 9.6-5 respectivement;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

	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	Type (8)								Longueur																							
2	Dernier identifiant de sortie																															
3																																
4	Identifiant de sortie suivant																															
5																																

Figure 9.6-3 – Format du triplet TLV d'identifiant de sortie LTR

Les champs du format du triplet TLV d'identifiant de sortie LTR sont les suivants:

- Type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est: identifiant de sortie LTR (8).
- Longueur: identifie la taille, en octets, du champ de valeur contenant le dernier identifiant de sortie et l'identifiant de sortie suivant. Ce champ est mis à 16.

- Dernier identifiant de sortie: identifie le point MEP qui a lancé, ou le répondeur ETH-LT qui a relayé la trame LTM à laquelle cette trame LTR est la réponse. Ce champ est le même que l'identifiant de sortie figurant dans le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM de la trame LTM entrante.
- Identifiant de sortie suivant: identifie le répondeur ETH-LT qui a transmis cette trame LTR, et qui peut relayer une trame LTM modifiée au relais suivant. Si le bit FwdYes du champ de fanions est égal à 0, le contenu de ce champ est indéfini, et ignoré par le récepteur de trames LTR. Lorsque le contenu n'est pas indéfini, les octets 12 et 13 sont remplis de 0 tandis que les six octets restants 14-19 contiennent une adresse MAC IEEE de 48 bits unique pour l'élément de réseau dans lequel le répondeur ETH-LT réside.

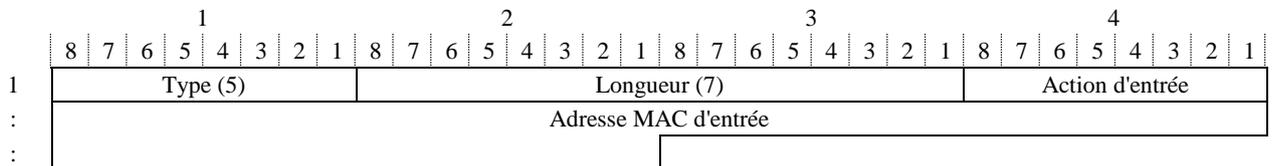


Figure 9.6-4 – Format du triplet TLV d'entrée de réponse

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

- type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est réponse d'entrée (5);
- longueur: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur. Ce champ est mis 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.

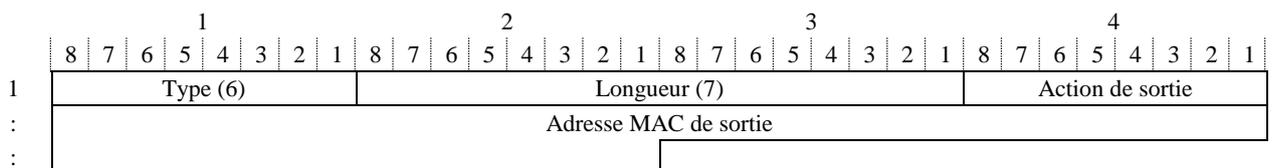


Figure 9.6-5 – Format du triplet TLV de sortie de réponse

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

- type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est réponse de sortie (6);
- longueur: identifie la longueur, en octets, du champ de valeur. Ce champ est mis 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 AIS

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

9.7.1 Éléments d'information AIS

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

- période: élément d'information de 3 bits 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 AIS

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

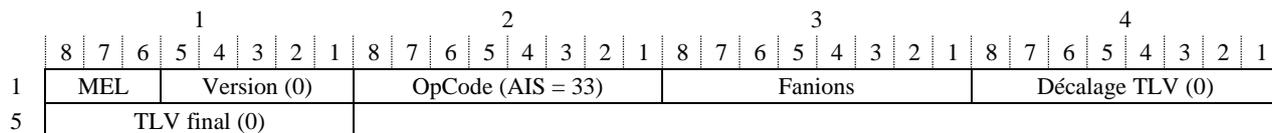


Figure 9.7-1 – Format de l'unité PDU AIS

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits qui sert à transporter le niveau du groupe MEG client;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- 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 AIS: *Période*, comme suit:

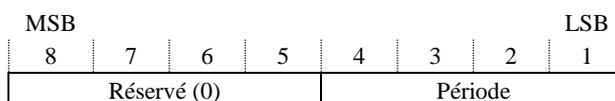


Figure 9.7-2 – Format des fanions dans l'unité PDU AIS

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

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

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

- décalage TLV: mis à 0;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.8 Trame LCK

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

9.8.1 Éléments d'information LCK

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

- période: élément d'information de 3 bits transportés dans les trois bits 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 LCK

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

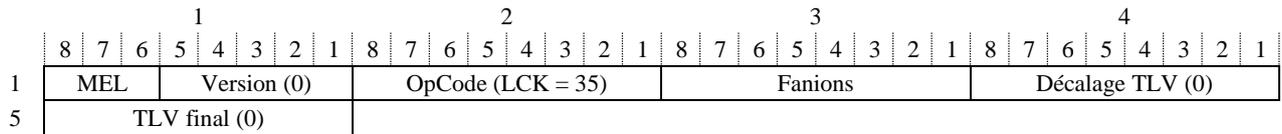


Figure 9.8-1 – Format de l'unité PDU LCK

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

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

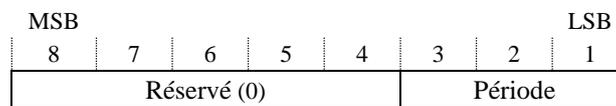


Figure 9.8-2 – Format des fanions dans l'unité PDU LCK

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

9.9 Unité PDU TST

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

9.9.1 Éléments d'information 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 de test TST;
- test: champ facultatif dont la longueur et le contenu sont déterminés au point MEP émetteur. Le contenu du champ *Test* indique une séquence de test et transporte également une somme de contrôle facultative. La séquence de test peut être une séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) comme spécifié dans le § 5.8 de la Recommandation [UIT-T O.150], une suite de zéros, etc.

9.9.2 Format de l'unité PDU TST

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

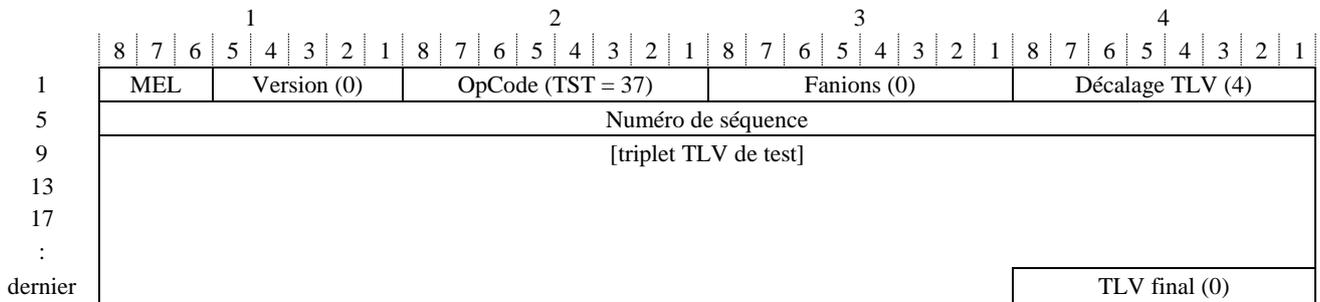


Figure 9.9-1 – Format de l'unité PDU TST

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est TST (37);
- fanions: champ rempli de zéros.

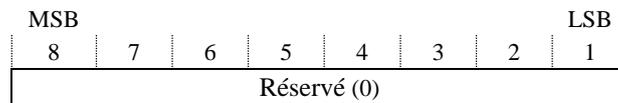


Figure 9.9-2 – Format des fanions dans l'unité PDU TST

- décalage TLV: mis à 4;
- numéro de séquence: valeur de 4 octets contenant le numéro de séquence incrémenté successivement pour chaque unité PDU TST;
- triplet TLV de test: triplet TLV de test comme spécifié dans la Figure 9.3-4;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.10 Unité PDU 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 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 APS

Le format de l'unité PDU APS utilisée par les entités spécifiées dans les Recommandations [UIT-T G.8031] et [UIT-T G.8032] pour transmettre des informations APS est représenté dans la Figure 9.10-1.

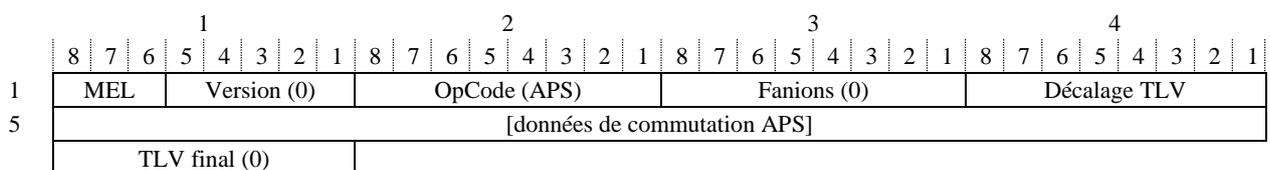


Figure 9.10-1 – Format de l'unité PDU APS

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est hors du domaine d'application de la présente Recommandation et définie dans la Recommandation [UIT-T G.8031] pour la commutation APS linéaire et dans la Recommandation [UIT-T G.8032] pour la commutation APS en anneau;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est (39) pour la commutation APS linéaire et (40) pour la commutation APS en anneau;
- fanions: la valeur spécifique pour la commutation APS est hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- décalage TLV: champ de 1 octet. La valeur spécifique pour la commutation 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 rempli de zéros.

9.11 Unité PDU MCC

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

9.11.1 Eléments d'information MCC

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

- OUI: champ de 3 octets qui contient l'identifiant 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 MCC: selon la fonctionnalité indiquée par l'identifiant OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, les données MCC peuvent transporter un ou plusieurs triplet(s) TLV. Les données MCC sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.11.2 Format de l'unité PDU MCC

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

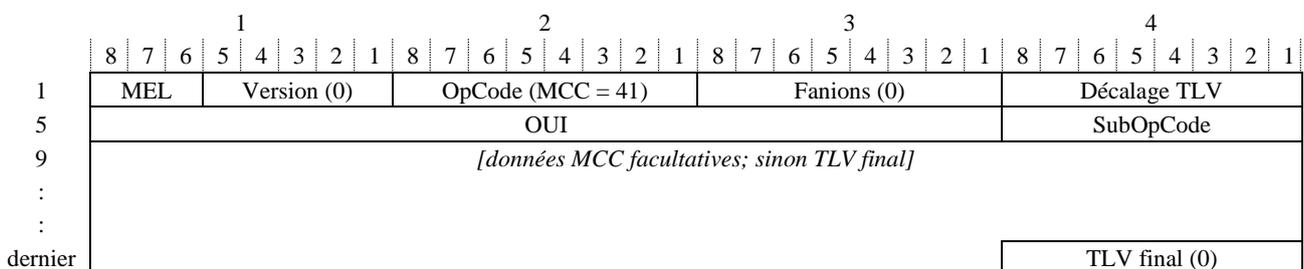


Figure 9.11-1 – Format de l'unité PDU de canal MCC

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: la fonction ETH-ED utilise ce champ comme décrit au § 9.26. Les autres utilisations de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elles doivent être conformes au § 9.1;

- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est MCC (41);
- fanions: la fonction ETH-ED utilise ce champ comme décrit au § 9.26. Les autres utilisations de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation; toutefois, en l'absence d'indication contraire, il doit être rempli de 0.

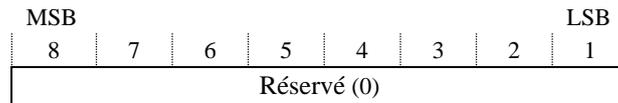


Figure 9.11-2 – Format des fanions dans l'unité PDU MCC

- décalage TLV: champ de 1 octet. La fonction ETH-ED utilise ce champ comme décrit au § 9.26. Les autres utilisations de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elles doivent être conformes au § 9.1;
- OUI: champ de 3 octets qui contient l'identifiant unique de l'organisation définissant le format des données MCC et les valeurs du champ SubOpCode;
- SubOpCode: champ de 1 octet. Quand le champ OUI contient l'identifiant OUI de l'UIT-T (00-19-A7), la fonction ETH-ED utilise la valeur (1) du champ SubOpCode comme décrit au § 9.26 et les autres valeurs sont réservées. Quand un identifiant OUI différent est utilisé, les valeurs du champ SubOpCode sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- données MCC: la fonction ETH-ED utilise ce champ comme décrit au § 9.26. Les autres utilisations de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.12 Unité PDU LMM

L'unité PDU LMM sert à prendre en charge une demande de mesure ETH-LM unilatérale, proactive ou à la demande, comme décrit dans le § 8.1.2.

9.12.1 Éléments d'information LMM

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

- TxFCf: champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur devant compter les trames de données conformes au profil émises par le point MEP vers son point MEP homologue, au moment de l'émission de trame LMM.

9.12.2 Format de l'unité PDU LMM

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

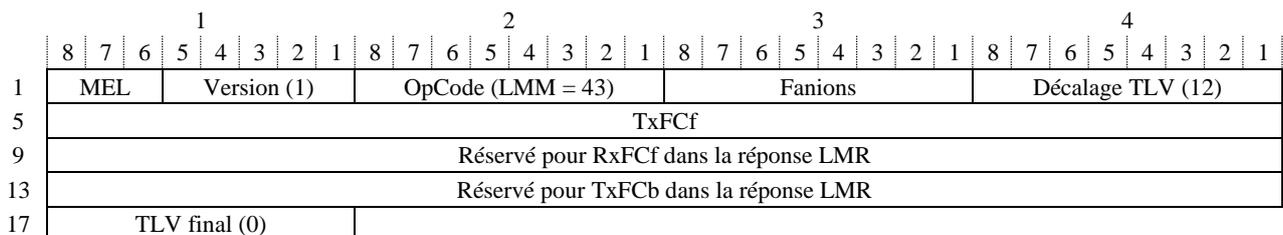


Figure 9.12-1 – Format de l'unité PDU LMM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur pour l'unité PDU LMM est mise à 1;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est LMM (43);
- fanions: l'un des éléments d'information de ce champ de fanions, le bit LSB (Type), sert à indiquer le type de l'opération LMM comme suit:

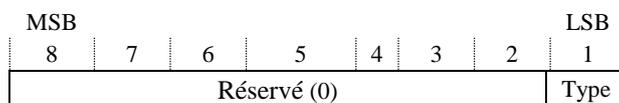


Figure 9.12-2 – Format des fanions dans l'unité PDU de message LMM

- Type: le bit 1 est mis à 1 pour une opération proactive, ou à 0 pour une opération à la demande.
- décalage TLV: mis 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 remplis de zéros;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.13 Unité PDU LMR

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

9.13.1 Éléments d'information 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 LMM reçue par le point MEP à partir de son point MEP homologue;
- TxFCb: champ de 4 octets qui transporte la valeur du compteur de trames de données conformes au profil émises par le point MEP vers son point 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 le point MEP à partir de son point MEP homologue, au moment de la réception de la dernière trame LMM à partir de ce point MEP homologue.

9.13.2 Format de l'unité PDU LMR

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

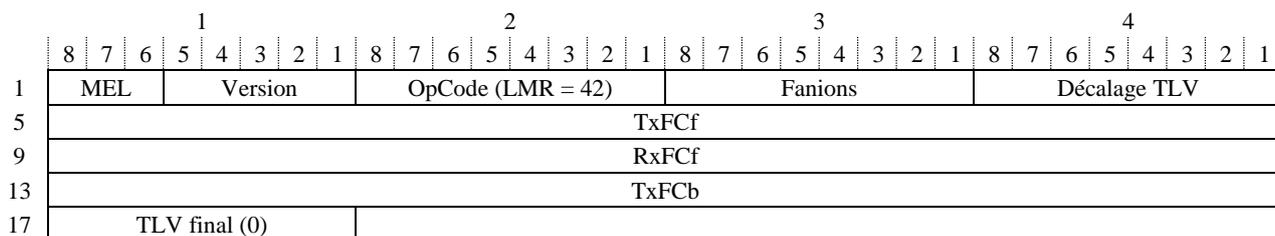


Figure 9.13-1 – Format de l'unité PDU LMR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU LMM reçue;
- version: champ de 5 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU LMM reçue;
- 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 LMM reçue;
- décalage TLV: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU LMM reçue;
- TxFCf: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU LMM reçue;
- 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 LMM.

9.14 Unité PDU 1DM

L'unité PDU 1DM sert à prendre en charge une mesure ETH-DM bilatérale, proactive ou à la demande, comme décrit dans le § 8.2.1.

9.14.1 Élément d'information 1DM

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

- TxTimeStampf: champ de 8 octets qui contient l'horodate d'émission d'unité 1DM. Le format de TxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" défini dans la norme [IEEE 1588].

9.14.2 Format de l'unité PDU 1DM

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

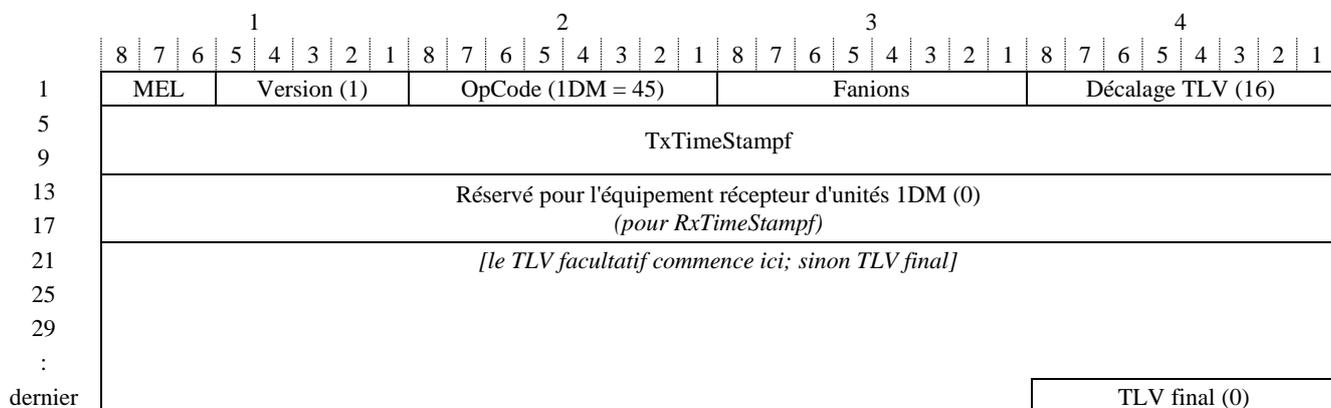


Figure 9.14-1 – Format de l'unité PDU 1DM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur pour l'unité PDU 1DM est mise à 1;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est 1DM (45);
- fanions: l'un des éléments d'information de ce champ de fanions, le bit LSB (Type), sert à indiquer le type d'opération 1DM comme suit:

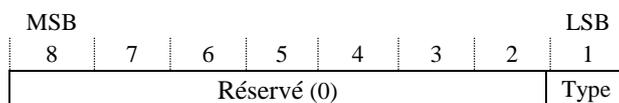


Figure 9.14-2 – Format des fanions dans l'unité PDU 1DM

- Type: Le bit est mis à 1 pour une opération proactive, ou à 0 pour une opération à la demande.
- décalage TLV: mis à 16;
- TxTimeStampf: champ d'horodate d'émission de 8 octets comme décrit dans le § 9.14.1;
- réservé: champ réservé de 8 octets rempli de zéros;
- TLV facultatif: s'il est présent, il s'agit d'un triplet TLV d'identifiant de test comme spécifié dans la Figure 9.14-3 et/ou d'un triplet TLV de données comme spécifié dans la Figure 9.3-3, avec une taille configurable, en octets. Quand un triplet TLV d'identifiant de test est inclus dans cette zone, il est recommandé de placer le triplet TLV d'identifiant de test en premier (avant le triplet TLV de données). Aux fins de la mesure ETH-DM, la partie valeur du triplet TLV de données est non spécifiée;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

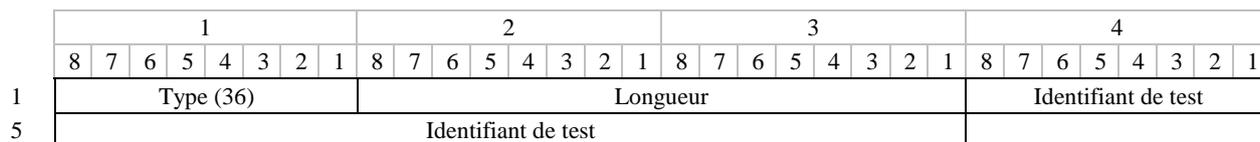


Figure 9.14-3 – Format du triplet TLV d'identifiant de test

Les champs du format du triplet TLV d'identifiant de test sont les suivants:

- type: identifie le type de triplet TLV; pour ce type de triplet TLV, la valeur est identifiant de test (36);
- longueur: identifie la taille. Elle doit être de 32;
- identifiant de test: champ de 4 octets réglé par le point MEP émetteur quand plusieurs tests sont effectués simultanément entre des points MEP.

9.15 Unité PDU DMM

L'unité DMM sert à prendre en charge une demande ETH-DM unilatérale proactive ou à la demande, comme décrit dans le § 8.2.2.

9.15.1 Éléments d'information DMM

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

- TxTimeStampf: champ de 8 octets qui contient l'horodate d'émission de trames DMM. Le format de TxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme [IEEE 1588].

9.15.2 Format de l'unité PDU DMM

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

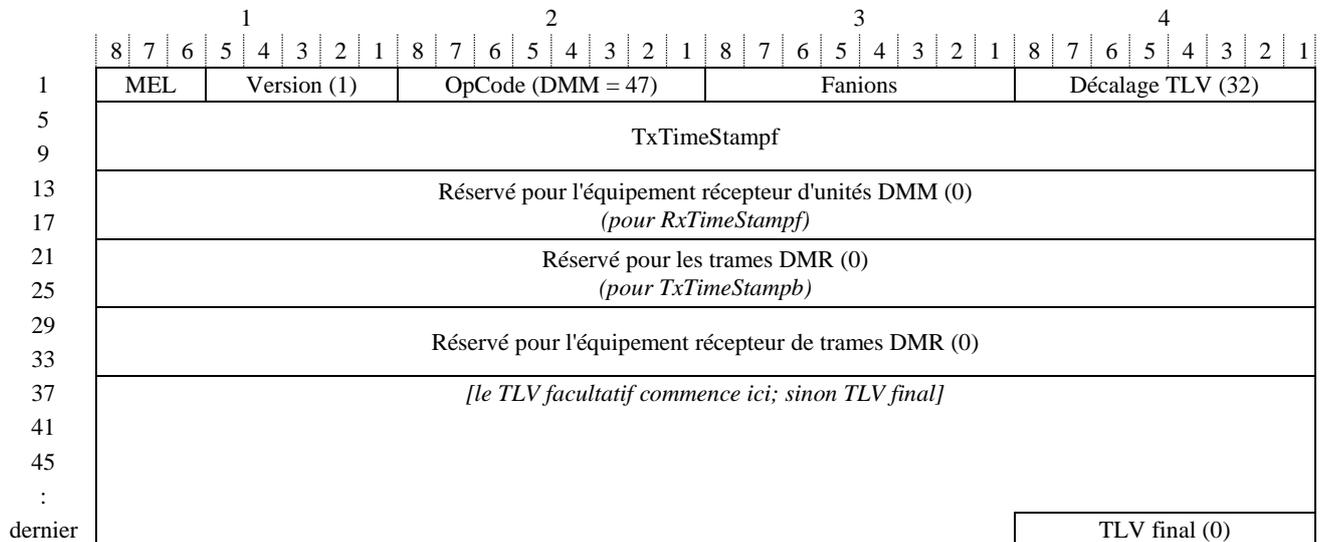


Figure 9.15-1 – Format de l'unité PDU DMM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur pour l'unité PDU DMM est mise à 1;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est DMM (47);
- fanions: champ rempli de zéros. L'un des éléments d'information du champ de fanions, le bit LSB (Type), sert à indiquer le type d'opération DMM comme suit:

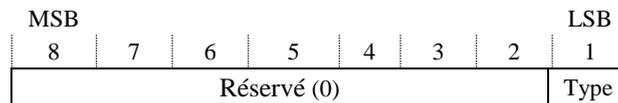


Figure 9.15-2 – Format des fanions dans l'unité PDU DMM

- Type: Le bit 1 est mis à 1 pour une opération proactive, ou à 0 pour une opération à la demande.
- décalage TLV: mis à 32;
- TxTimeStampf: champ d'horodate d'émission de 8 octets comme décrit dans le § 9.15.1;
- réservé: les champs réservés de 24 octets sont remplis de zéros;

- TLV facultatif: s'il est présent, il s'agit d'un triplet TLV d'identifiant de test comme spécifié dans la Figure 9.14-3 et/ou d'un triplet TLV de données comme spécifié dans la Figure 9.3-3, avec une taille configurable, en octets. Quand un triplet TLV d'identifiant de test est inclus dans cette zone, il est recommandé de placer le triplet TLV d'identifiant de test en premier (avant le triplet TLV de données). Aux fins de la mesure ETH-DM, la partie valeur du triplet TLV de données est non spécifiée;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.16 Unité PDU DMR

L'unité DMR sert à prendre en charge une réponse ETH-DM unilatérale, comme décrit dans le § 8.2.2.

9.16.1 Eléments d'information 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 l'horodate de réception d'unité DMM. Le format de RxTimeStampf est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme [IEEE 1588]. Quand cet élément n'est pas utilisé, une valeur remplie de zéros est appliquée;
- TxTimeStamptb: champ facultatif de 8 octets qui contient l'horodate d'émission d'unité DMR. Le format de TxTimeStamptb est égal au format "TimeRepresentation" dans la norme [IEEE 1588]. Quand cet élément n'est pas utilisé, une valeur remplie de zéros est utilisée.

9.16.2 Format de l'unité PDU DMR

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

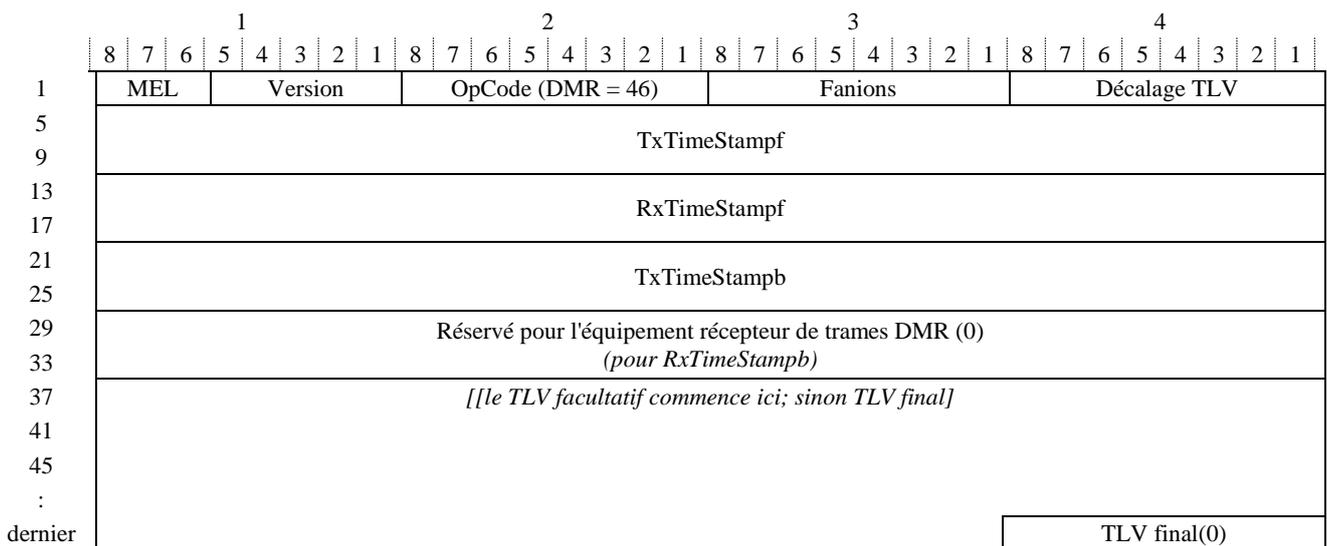


Figure 9.16-1 – Format de l'unité PDU DMR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU DMM reçue;
- version: champ de 5 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU DMM reçue;
- 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 DMM reçue;
- décalage TLV: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU DMM reçue;
- TxTimeStampf: champ de 8 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU DMM reçue;
- RxTimeStampf: champ d'horodate d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.16.1;
- TxTimeStampb: champ d'horodate d'émission sur 8 octets comme décrit dans le § 9.16.1;
- réservé: les champs réservés sont remplis de zéros;
- TLV facultatif: s'il est présent dans l'unité PDU DMM, il est copié à partir de cette unité. L'ordre des triplets TLV facultatifs est préservé;
- TLV final: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU de message DMM.

9.17 Unité PDU EXM

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

9.17.1 Eléments d'information EXM

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

- OUI: champ de 3 octets qui contient l'identifiant 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'identifiant OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, le message EXM peut transporter un ou plusieurs triplet(s) TLV. Les données EXM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.17.2 Format de l'unité PDU EXM

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

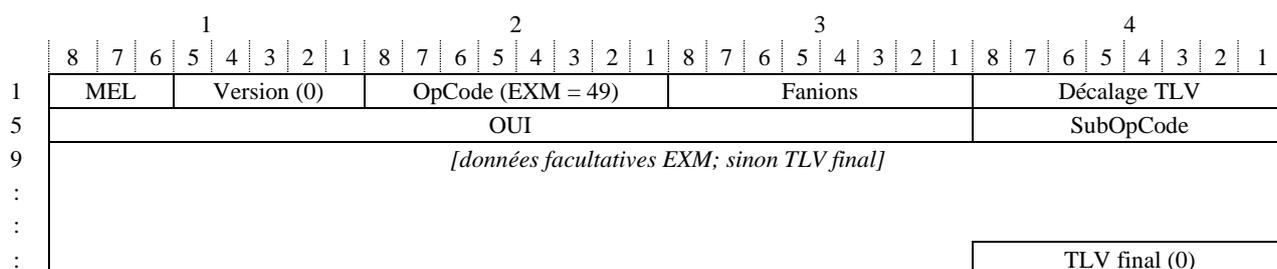


Figure 9.17-1 – Format de l'unité PDU EXM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: sa valeur spécifique pour le message EXM est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elle doit être conforme au § 9.1;
- 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 elle 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 rempli de zéros.

9.18 Unité PDU EXR

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

9.18.1 Eléments d'information EXR

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

- OUI: champ de 3 octets qui contient l'identifiant 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'identifiant OUI et selon le code SubOpCode propre à l'organisation, les données EXR peuvent transporter un ou plusieurs triplet(s) TLV. Les données EXR sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.18.2 Format de l'unité PDU EXR

Le format de l'unité PDU EXR utilisée pour transmettre des informations EXR est représenté dans la Figure 9.18-1.

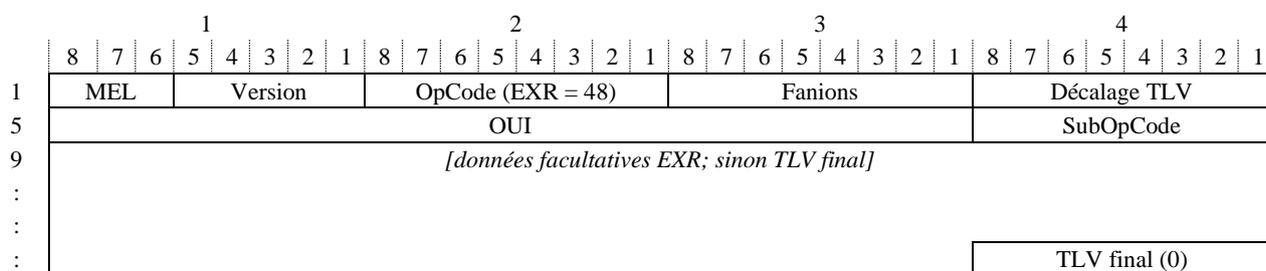


Figure 9.18-1 – Format de l'unité PDU EXR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU reçue de message EXM;
- version: champ de 5 bits 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 elle 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 rempli de zéros.

9.19 Unité PDU VSM

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

9.19.1 Eléments d'information VSM

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

- OUI: champ de 3 octets qui contient l'identifiant 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'identifiant OUI et selon la valeur SubOpCode propre à l'organisation, les données VSM peuvent transporter un ou plusieurs triplet(s) TLV. Les données VSM sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

9.19.2 Format de l'unité PDU VSM

Le format de l'unité PDU VSM utilisée par un point MEP afin d'émettre des informations VSM est représenté dans la Figure 9.19-1.

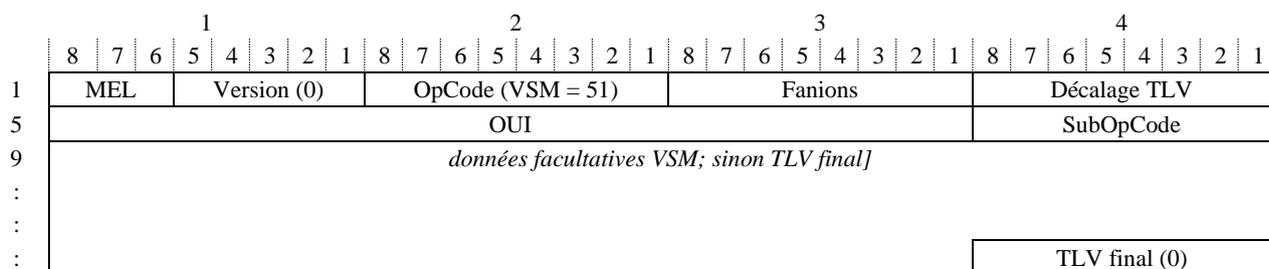


Figure 9.19-1 – Format de l'unité PDU de message VSM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: sa valeur spécifique pour le message VSM est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elle doit être conforme au § 9.1;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est VSM (51);
- fanions: hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- décalage TLV: champ de 1 octet. Sa valeur spécifique pour VSM est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elle 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 VSM: format et longueur de ce champ sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.20 Unité PDU VSR

Le message VSR est utilisé comme unité PDU de réponse OAM propre à un vendeur.

9.20.1 Eléments d'information VSR

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

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

9.20.2 Format de l'unité PDU VSR

Le format de l'unité PDU VSR utilisée pour transmettre des informations VSR est représenté dans la Figure 9.20-1.

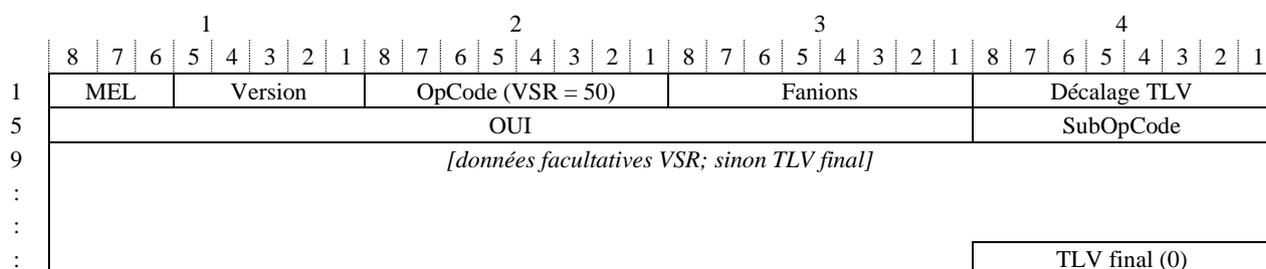


Figure 9.20-1 – Format de l'unité PDU VSR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU VSM reçue;
- version: champ de 5 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU VSM reçue;
- 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 EXR est hors du domaine d'application de la présente Recommandation, mais elle doit être conforme au § 9.1;
- OUI: champ de 3 octets dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU VSM reçue;
- 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 rempli de zéros.

9.21 Défaillance de signal client (CSF)

L'unité PDU CSF est utilisée pour prendre en charge la fonction ETH-CSF, comme décrit au § 7.12.

Le format de l'unité PDU CSF est représenté dans la Figure 9.21-1.

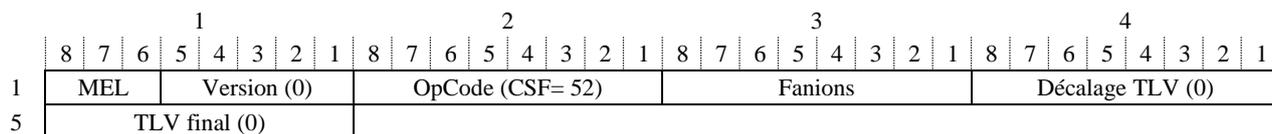


Figure 9.21-1 – Format de l'unité PDU CSF

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits qui sert à transporter le niveau du groupe MEG local;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est CSF (52);
- fanions: un élément d'information dans le champ de fanions pour l'unité PDU CSF. Il comprend un sous-élément de type de 3 bits et un sous-élément de période de 3 bits dont le format est le suivant:

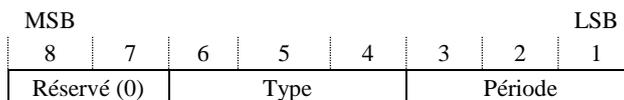


Figure 9.21-2 – Format des fanions dans l'unité PDU CSF

- type: les bits 6 à 4 indiquent le type CSF, leur codage fait l'objet du Tableau 9-5.

Tableau 9-5 – Valeurs de type CSF

Fanions [6:4]	Type	Commentaires
000	LOS	Perte de signal de client
001	FDI/AIS	Indication de défaut vers l'avant client
010	RDI	Indication de défaut en sens inverse client
011	DCI	Indication de suppression de défaut client

- période: les bits 3 à 1 indiquent la période d'émission; leur codage fait l'objet du Tableau 9-6.

Tableau 9-6 – Valeurs de période CSF

Fanions [3:1]	Valeur de période	Commentaires
000	Valeur non valide	Valeur non valide pour les unités PDU CSF
001	A étudier	A étudier
010	A étudier	A étudier
011	A étudier	A étudier
100	1 s	1 trame par seconde
101	A étudier	A étudier
110	1 min	1 trame par minute
111	A étudier	A étudier

- décalage TLV: mis à 0;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.22 Unité PDU SLM

Le message SLM sert à prendre en charge des demandes ETH-SLM unilatérales, comme décrit au § 8.4.1.

9.22.1 Eléments d'information SLM

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

- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets dans lequel les 13 bits de plus faible poids servent à identifier le point MEP émettant la trame SLM. L'identifiant de point MEP est unique dans le groupe MEG;
- identifiant de test: champ de 4 octets réglé par le point MEP émetteur et utilisé pour identifier un test quand plusieurs tests sont effectués simultanément entre des points MEP, y compris des tests à la demande et proactifs concomitants;
- TxFCf: champ de 4 octets qui transporte le nombre de trames SLM transmises par le point MEP vers son point MEP homologue.

9.22.2 Format de l'unité PDU SLM

Le format de l'unité PDU SLM utilisée par un point MEP afin d'émettre des informations SLM est représenté dans la Figure 9.22-1.

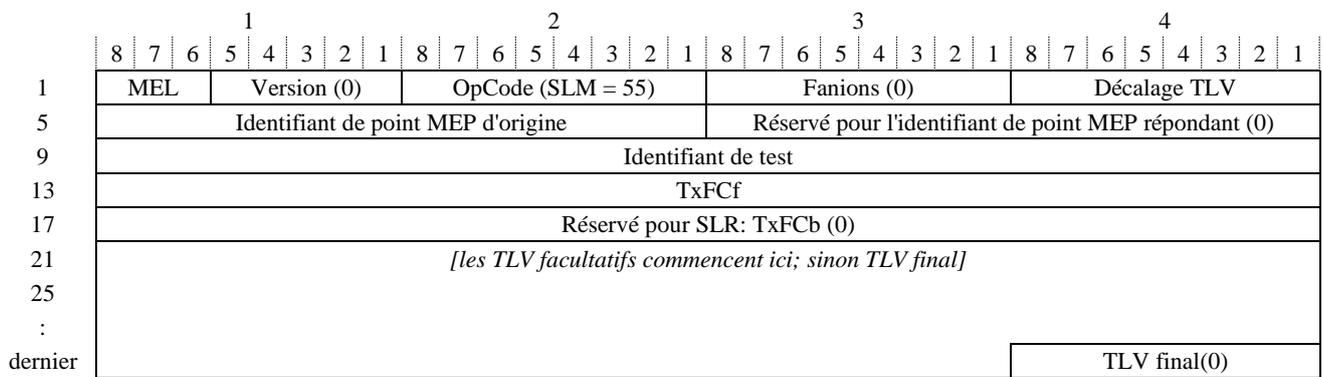


Figure 9.22-1 – Format de l'unité PDU SLM

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est SLM (55);
- fanions: champ rempli de zéros;
- décalage TLV: mis à 16;
- réservé: les champs réservés sont remplis de zéros;
- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets utilisé pour identifier le point MEP émettant la trame SLM, comme spécifié au § 9.22.1;
- identifiant de test: champ de 4 octets utilisé pour identifier un test unique parmi des points MEP, comme spécifié au § 9.22.1;
- TxFCf: valeur entière sur 4 octets représentant le nombre de trames SLM émises, comme spécifié au § 9.22.1;
- TLV facultatifs: un triplet TLV de données (Figure 9.3-3) peut être inclus dans n'importe quelle trame SLM émise. Aux fins de la fonction ETH-SLM, la partie valeur du triplet TLV de données est non spécifiée;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.23 Unité PDU SLR

Le message SLR est utilisé pour prendre en charge une réponse ETH-SLM unilatérale, comme décrit au § 8.4.1.

9.23.1 Eléments d'information SLR

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

- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets qui contient une copie du champ d'identifiant de point MEP d'origine figurant dans le message SLM reçu;
- identifiant de point MEP répondant: champ de 2 octets dans lequel les 13 bits de plus faible poids servent à identifier le point MEP émettant la trame SLR. L'identifiant de point MEP est unique dans le groupe MEG;
- identifiant de test: champ de 4 octets qui contient une copie du champ d'identifiant de test figurant dans le message SLM reçu;
- TxFCf: champ de 4 octets qui contient une copie du champ TxFCf figurant dans le message SLM reçu;

- TxFCb: champ de 4 octets qui transporte le nombre de trames SLR transmises par le point MEP vers son point MEP homologue.

9.23.2 Format de l'unité PDU SLR

Le format de l'unité PDU SLR utilisée par un point MEP pour transmettre des informations SLR est représenté dans la Figure 9.23-1.

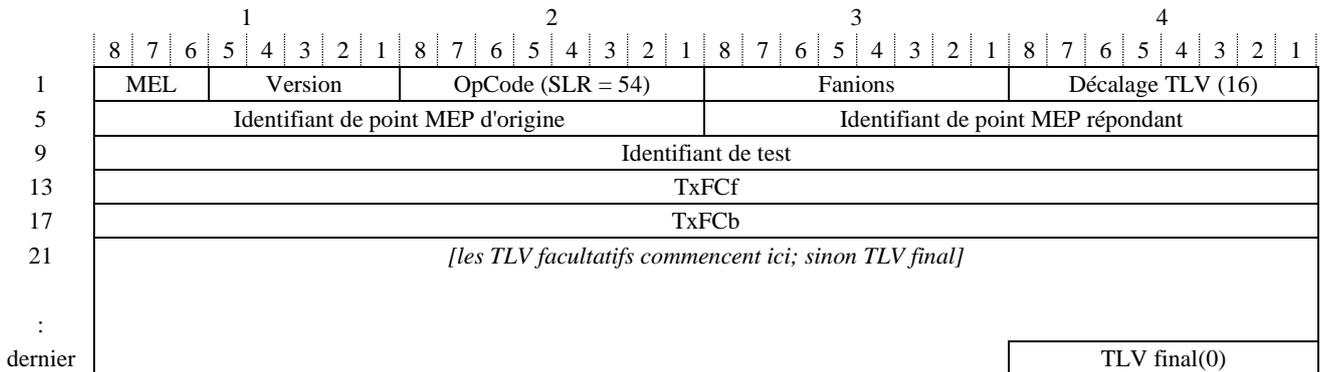


Figure 9.23-1 – Format de l'unité PDU SLR

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU SLM reçue;
- version: champ de 5 bits dont la valeur est copiée à partir de la dernière unité PDU SLM reçue;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est SLR (54);
- fanions: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM;
- décalage TLV: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM;
- réservé: les champs réservés sont remplis de zéros;
- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM;
- identifiant de point MEP répondant: champ de 2 octets utilisé pour identifier le point MEP émettant la trame SLR, comme spécifié au § 9.22.1;
- identifiant de test: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM;
- TxFCf: champ de 4 octets dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM;
- TxFCb: valeur entière sur 4 octets représentant le nombre de trames SLR émises, comme spécifié au § 9.22.1;
- TLV facultatifs: s'ils sont présents dans l'unité PDU SLM, ils sont copiés à partir de l'unité PDU SLM;
- TLV final: champ de 1 octet dont la valeur est copiée à partir de l'unité PDU SLM.

9.24 Unité PDU 1SL

Le message 1SL est utilisé pour prendre en charge une mesure ETH-SLM bilatérale proactive ou à la demande, comme décrit au § 8.4.2.

9.24.1 Éléments d'information 1SL

Les éléments d'information transportés dans le message 1SL sont les suivants:

- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets dans lequel les 13 bits de plus faible poids servent à identifier le point MEP émettant la trame 1SL. L'identifiant de point MEP est unique dans le groupe MEG;
- identifiant de test: champ de 4 octets réglé par le point MEP émetteur et utilisé pour identifier un test quand plusieurs tests sont effectués simultanément vers des points MEP différents, y compris des tests à la demande et proactifs concomitants;
- TxFCf: champ de 4 octets qui transporte le nombre de trames 1SL transmises par le point MEP vers ses points MEP homologues.

9.24.2 Format de l'unité PDU 1SL

Le format de l'unité PDU 1SL utilisée par un point MEP pour transmettre des informations 1SL est représenté dans la Figure 9.24-1.

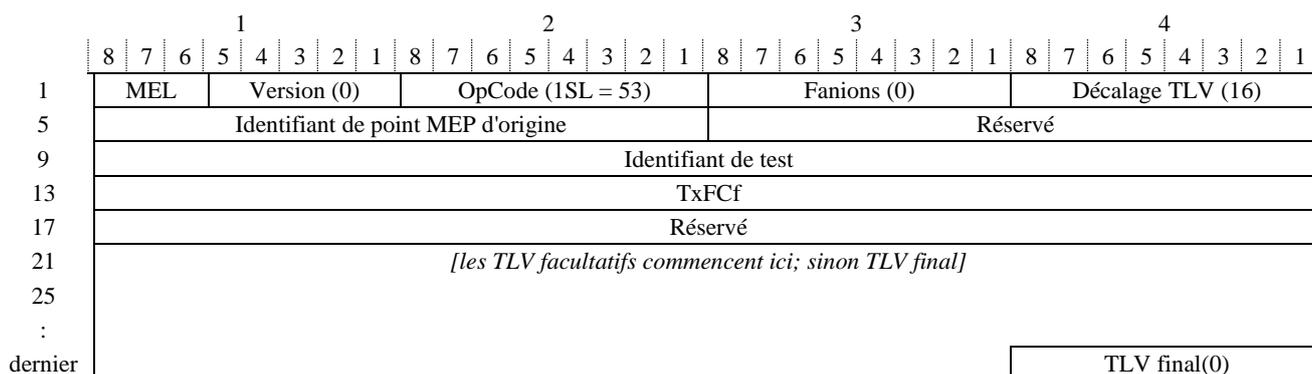


Figure 9.24-1 – Format de l'unité PDU 1SL

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

- niveau de groupe MEG: voir le § 9.1;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est 1SL (53);
- fanions: champ rempli de zéros;
- décalage TLV: mis à 16;
- réservé: les champs réservés sont remplis de zéros;
- identifiant de point MEP d'origine: champ de 2 octets utilisé pour identifier le point MEP émettant la trame 1SL, comme spécifié au § 9.24.1;
- identifiant de test: champ de 4 octets utilisé pour identifier un test unique parmi des points MEP, comme spécifié au § 9.24.1;
- TxFCf: valeur entière sur 4 octets représentant le nombre de trames 1SL émises, comme spécifié au § 9.24.1;
- TLV facultatif: un triplet TLV de données (Figure 9.3-3) peut être inclus dans n'importe quelle trame 1SL émise. Aux fins de la fonction ETH-SLM, la partie valeur du triplet TLV de données est non spécifiée;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.25 Unité PDU BNM

L'unité PDU BNM sert à prendre en charge la fonction ETH-BNM, comme décrit au § 7.13.

9.25.1 Eléments d'information BNM

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

- période: élément d'information de 3 bits transporté dans les trois bits de plus faible poids du champ de fanions. La période contient la valeur de périodicité d'émission du message BNM. Les valeurs de période BNM sont spécifiées dans le Tableau 9-7;
- bande passante nominale: bande passante nominale complète de la liaison, exprimée par un nombre entier de Mbits/s;
- bande passante actuelle: bande passante actuelle de la liaison, exprimée par un nombre entier de Mbits/s;
- identifiant de port: valeur unique différente de zéro qui identifie le port ou zéro si cet identifiant n'est pas utilisé.

Les valeurs de la bande passante nominale complète et de la bande passante actuelle représentent la bande passante disponible de la couche serveur.

9.25.2 Format de l'unité PDU BNM

Le format de l'unité PDU BNM utilisée par un point MEP serveur afin d'émettre des informations BNM est représenté dans la Figure 9.25-1.

	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	MEL				Version (0)				OpCode (GNM=32)								Fanions								Décalage TLV (13)							
5	Sub-OpCode (BNM=1)								Bande passante nominale																							
9	Bande passante nominale (suite)								Bande passante actuelle																							
13	Bande passante actuelle (suite)								Identifiant de port																							
17	Identifiant de port (suite)								TLV final (0)																							

Figure 9.25-1 – Format de l'unité PDU BNM

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits qui sert à transporter le niveau du groupe MEG client;
- version: voir le § 9.1, la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation;
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est GNM (32);
- fanions: un élément d'information dans le champ de fanions pour l'unité PDU BNM: *Période*, comme suit:

MSB				LSB			
8	7	6	5	4	3	2	1
Réservé (0)				Période			

Figure 9.25-2 – Format du champ de fanions dans l'unité PDU BNM

- période: les bits 3 à 1 indiquent une période d'émission; leur codage fait l'objet du Tableau 9-7.

Tableau 9-7 – Valeurs de période BNM

Fanions [3:1]	Valeur de période	Commentaires
000	Valeur non valide	Valeur non valide pour les unités PDU BNM
001	A étudier	A étudier
010	A étudier	A étudier
011	A étudier	A étudier
100	1s	1 trame par seconde
101	10s	1 trame par 10 secondes
110	1 min	1 trame par minute
111	Valeur non valide	Valeur non valide pour les unités PDU BNM

- décalage TLV: mis à 13;
- Sub-OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est BNM (1);
- bande passante nominale: bande passante nominale complète de la liaison, exprimée par un nombre entier de Mbits/s;
- bande passante actuelle: bande passante actuelle de la liaison, exprimée par un nombre entier de Mbits/s;
- identifiant de port: valeur sur 32 bits différente du zéro utilisée facultativement pour identifier le port auquel les informations de bande passante appartiennent. La valeur doit être unique sur toutes les liaisons serveur dans le groupe MEG de client. Si cet identifiant n'est pas utilisé, la valeur devrait être zéro;
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

9.26 Unité PDU EDM

L'unité PDU EDM est utilisée pour prendre en charge la fonction ETH-ED, comme décrit au § 7.14.

9.26.1 Eléments d'information EDM

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

- identifiant de point MEP: champ de 2 octets dans lequel les 13 bits de plus faible poids servent à identifier le point MEP émettant la trame EDM. L'identifiant de point MEP est unique dans le groupe MEG;
- durée attendue: durée pendant laquelle il est demandé au point MEP de supprimer les défauts de perte de continuité.

9.26.2 Format de l'unité PDU EDM

Le format de l'unité PDU EDM utilisée par un point MEP pour transmettre des informations EDM est représenté dans la Figure 9.26-1.

	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	MEL		Version (0)						OpCode (MCC=41)						Fanions (0)						Décalage TLV (10)											
5	OUI																SubOpCode(EDM=1)															
9	Identifiant de point MEP												Durée attendue																			
13	Durée attendue (suite)												TLV final (0)																			

Figure 9-26 – Format de l'unité PDU EDM

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

- niveau de groupe MEG: champ de 3 bits qui est utilisé pour transporter le niveau du groupe MEG client;
- version: voir le § 9.1; la valeur est 0 dans la version actuelle de la présente Recommandation.
- OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est MCC (41);
- fanions: champ rempli de zéros;
- décalage TLV: mis à 10;
- OUI: mis à l'identifiant OUI de l'UIT-T, 00-19-A7;
- Sub-OpCode: la valeur pour ce type d'unité PDU est EDM (1);
- identifiant de point MEP: valeur entière sur 13 bits identifiant le point MEP émetteur dans le groupe MEG. Les trois bits de plus fort poids du premier octet ne sont pas utilisés et mis à 0;
- durée attendue: durée attendue, en secondes, de la perte de continuité (à partir de l'instant où la première trame EDM est émise);
- TLV final: valeur d'octet rempli de zéros.

10 Adresses de trame OAM

Les trames OAM sont identifiées par un unique type *EtherType* dont la valeur est 0x8902. Le traitement et le filtrage des trames OAM à un point 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.

NOTE – Le choix de l'adresse MAC de destination pour les trames OAM Ethernet dépend de l'application. Les mises en oeuvre ne sont pas tenues de prendre en charge toutes les adresses spécifiées dans la présente Recommandation; toutefois, les adresses spécifiées dans la Recommandation [UIT-T G.8021] doivent être prises en charge.

10.1 Adresses de destination à multidiffusion

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

- adresse DA à multidiffusion de classe 1: trames OAM adressées à tous les points MEP homologues 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 points MEP homologues d'un groupe MEG (p. ex. LTM);
- adresse DA à multidiffusion pour la commutation APS en anneau: trames OAM utilisées pour la protection en anneau Ethernet.

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 respectivement 01-80-C2-00-00-3x et 01-80-C2-00-00-3y; x et y représentent le niveau de groupe MEG, la valeur de x étant comprise entre 0 et 7 et celle de y entre 8 et F.

En outre, un intervalle spécifique d'adresses DA à multidiffusion avec l'identifiant OUI de l'UIT (01-19-A7) est utilisé pour les trames de commutation APS en anneau. Pour plus de détails, voir la Recommandation [UIT-T G.8032].

10.2 Trames CCM

Les trames CCM sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion dans un groupe MEG point à point sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Quand une adresse DA à multidiffusion est utilisée, les trames CCM permettent de découvrir les adresses MAC associées aux points MEP homologues du point MEP récepteur. 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 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 (comme dans les environnements configurés pour les connexions point à point), les trames CCM sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP homologue.

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

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

10.7 Trames AIS

Les trames AIS sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG point à point, sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Dans les environnements configurés pour les connexions point à point, dans lesquels les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames AIS sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP en aval.

10.8 Trames LCK

Les trames LCK sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG point à point, sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Dans les environnements configurés pour les connexions point à point, dans lesquels les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames AIS sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP en aval.

10.9 Trames TST

Les trames 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

Pour la commutation APS linéaire, voir la Recommandation [UIT-T G.8031]. Pour la commutation APS en anneau, voir la Recommandation [UIT-T G.8032].

10.11 Trames MCC

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

10.14 Trames 1DM

Les trames 1DM 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 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 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.

10.21 Trames CSF

Les trames CSF sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG point à point, sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Dans les environnements configurés pour les connexions point à point, dans lesquels les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames CSF sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP en aval.

10.22 Trames SLM

Les trames SLM 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.

10.23 Trames SLR

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

10.24 Trames 1SL

Les trames 1SL 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.

10.25 Trames BNM

Les trames BNM sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG point à point, sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Dans les environnements configurés pour les connexions point à point, dans lesquels les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames BNM sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP en aval.

10.26 Trames EDM

Les trames EDM sont produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG multipoint, et sont généralement produites avec une adresse DA à multidiffusion de classe 1 dans un groupe MEG point à point, sauf dans les cas décrits ci-dessous.

Dans les environnements configurés pour les connexions point à point, dans lesquels les trames de données dans différentes instances de service sont distinguées au moyen d'adresses DA à unidiffusion, les trames EDM sont produites avec l'adresse DA à unidiffusion du point MEP en aval.

Tableau 10-1 – Adresse DA de trame OAM

Type de trame OAM	Adresses DA pour les trames avec unité PDU OAM
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
Commutation APS linéaire	Voir la Recommandation [UIT-T G.8031]
Commutation APS en anneau	Voir la Recommandation [UIT-T G.8032]
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
1DM	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
CSF	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
SLM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
SLR	Adresse DA à unidiffusion
1SL	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
BNM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1
EDM	Adresse DA à unidiffusion ou à multidiffusion de classe 1

11 Validation et indication de la version des unités PDU OAM

Le présent paragraphe décrit les règles de validation et d'indication de la version des unités PDU OAM, qui sont conçues pour garantir que les mises en oeuvre de la présente Recommandation seront compatibles avec les mises en oeuvre des futures versions de la présente Recommandation. En outre, ces règles permettent de définir dans les mises en oeuvre des extensions propriétaires, non normalisées, au protocole, d'une manière qui ne compromette pas l'interopérabilité avec les futures versions de la présente Recommandation ni ne limite la possibilité d'élargir la fonctionnalité de la Recommandation dans les futures versions de la présente Recommandation.

NOTE 1 – La modification du format de trame LTM entre les versions de 2006 et de 2008 de la présente Recommandation n'a pas donné lieu à un changement du numéro de version; toutefois, lors des futures révisions de la présente Recommandation, il faudra suivre ces règles.

NOTE 2 – Les règles décrites ici s'appliquent uniquement à la manière d'interpréter des unités PDU de versions différentes. Les définitions des fonctions atomiques figurant dans les Recommandations [UIT-T G.8021] et [UIT-T G.8032] donnent des précisions supplémentaires concernant la manière dont les unités PDU sont traitées ultérieurement, selon le cas.

NOTE 3 – Ces règles ne s'appliquent pas aux parties des unités PDU qui ne sont pas définies dans des Recommandations UIT-T, par exemple, aux champs de données des unités PDU VSM, VSR, EXM et EXR.

11.1 Transmission d'unités PDU OAM

La transmission d'unités PDU OAM doit respecter les exigences suivantes:

- les champs de l'en-tête fixe doivent être transmis exactement comme défini dans la présente Recommandation;
- tous les bits définis comme étant "réservés" dans la présente Recommandation doivent être transmis avec la valeur 0;
- on ne doit pas ajouter de champs supplémentaires à l'en-tête fixe défini dans la présente Recommandation;
- les codes réservés dans la présente Recommandation ou dans la norme [IEEE 802.1] ne doivent pas être transmis dans une unité PDU OAM; c'est le cas par exemple des valeurs réservées pour le champ OpCode (Tableau 9-1), le champ de type de triplet TLV (Tableau 9-2), ou le champ de format d'identifiant de groupe MEG (Tableau A.1);
- on ne doit pas ajouter de champs supplémentaires à un triplet TLV défini dans la présente Recommandation.

11.2 Validation des unités PDU OAM à la réception

Les unités PDU OAM reçues sont soumises à plusieurs tests de validation et sont éliminées sans autre traitement si elles échouent à ces tests. Le présent paragraphe ne donne pas une liste exhaustive de ces tests, il traite uniquement des aspects les plus importants pour la compatibilité future. Outre les tests définis ici, on peut considérer qu'une unité PDU OAM avec un OpCode particulier qui ne serait pas conforme à la description correspondante figurant au § 9, échoue aux tests. Le premier test de validation consiste à vérifier que l'unité PDU OAM est suffisamment longue pour contenir les champs de niveau de groupe MEG et de version. Les unités PDU OAM qui échouent à ce test sont éliminées.

Le traitement ultérieur de l'unité PDU OAM se fait en fonction de la valeur numérique la plus petite parmi 1) le champ de version de l'unité PDU OAM et 2) le numéro de version le plus élevé connu de la mise en oeuvre à la réception. Autrement dit, une mise en oeuvre de version 1 qui reçoit une unité PDU OAM de version 0 la traite selon la version 0, et elle traite une unité PDU OAM de version 1 selon la version 1. Il est à noter que, dans les futures versions de la présente Recommandation, il faudra faire en sorte que toutes les mises en oeuvre de version antérieure puissent traiter correctement les unités PDU OAM reçues, c'est-à-dire que les unités PDU OAM définies dans des versions ultérieures de la présente Recommandation doivent rester valides lorsqu'elles sont traitées selon la version 0.

On utilise les tests de validation suivants, conformément à la version retenue comme décrit ci-dessus:

- la longueur de l'en-tête fixe, telle qu'elle est déterminée par le champ de décalage TLV, n'est pas plus courte que la longueur définie par la version retenue;
- l'unité PDU OAM est suffisamment longue pour contenir un en-tête fixe de la longueur définie par la version retenue.

Si l'unité PDU OAM contient un triplet TLV qui doit être traité, on utilise les tests de validation suivants, conformément à la version retenue comme décrit ci-dessus:

- l'unité PDU OAM est suffisamment longue pour contenir un champ de valeur TLV dont la longueur est définie dans le champ de longueur TLV;
- un champ de longueur TLV n'indique pas une longueur plus courte que la longueur minimale pour ce triplet TLV telle qu'elle est définie dans la version retenue.

Les critères suivants ne doivent pas être utilisés pour valider une unité PDU OAM reçue:

- l'en-tête fixe peut être plus long que la longueur définie par la version retenue;
- des bits peuvent être mis à 1 dans les bits réservés du champ de fanions;

- un triplet TLV peut avoir un champ de type qui n'est pas défini dans la version retenue de la norme;
- un champ de longueur TLV peut être plus long que la valeur (éventuellement) définie dans la version retenue de la norme;
- soit le champ de décalage TLV, soit le champ de longueur du dernier triplet TLV de l'unité PDU OAM, peut indiquer une position pour le premier triplet TLV (suivant) qui coïncide avec la fin de l'unité PDU OAM. Autrement dit, le TLV final peut être omis dans l'unité PDU OAM;
- les TLV peuvent figurer dans n'importe quel ordre dans l'unité PDU OAM, sauf indication contraire dans les descriptions du § 9.

NOTE – La version retenue pour le traitement d'une unité PDU OAM reçue n'a pas d'incidence sur l'exigence de copie de version si une unité PDU OAM de réponse doit être générée. Cela signifie qu'une mise en oeuvre de version 0 qui reçoit une unité PDU OAM de demande de version 1 l'interprète selon la version 0, mais que sa réponse est fonction des règles applicables aux réponses, à moins que ce type de règle dépende de la version. Dans ce cas, la réception d'une unité PDU OAM de réponse de version 1 ne saurait indiquer que l'unité PDU OAM de demande a été traitée selon la version 1.

11.3 Réception des unités PDU OAM après la validation

Les unités PDU OAM reçues qui passent avec succès les tests de validation décrits ci-dessus doivent être traitées conformément aux règles suivantes, et conformément à la version retenue pour les tests de validation (à savoir, la version correspondant à la valeur numérique la plus petite parmi le champ de version de l'unité PDU OAM et le numéro de version le plus élevé connu de la mise en oeuvre à la réception).

- Seuls les champs de la partie d'en-tête fixe de l'unité PDU OAM qui sont définis dans la version retenue sont traités; les éventuels octets supplémentaires dans l'en-tête fixe, si celui-ci est plus long que la longueur définie par la version retenue, sont ignorés.
- Tout triplet TLV ayant un champ de type non défini par la version retenue est ignoré, sauf si l'unité PDU OAM est réexpédiée ou retransmise (avec ou sans modification), ou si une nouvelle unité PDU OAM est envoyée en réponse à l'unité PDU OAM reçue, auquel cas le triplet TLV est copié sans modification dans l'unité PDU réexpédiée ou retransmise ou dans l'unité PDU de réponse.
- Toute partie de l'unité PDU OAM qui suit le TLV final est ignorée (l'absence de TLV final ne constitue pas une erreur).
- Si un champ de longueur TLV est plus long que la valeur (éventuellement) définie dans la version retenue, les octets qui suivent ceux définis par la version retenue sont ignorés.
- Tous les bits non définis dans la présente Recommandation, par exemple les bits réservés dans le champ de fanions, sont ignorés.

Annexe A

Format d'identifiant de groupe MEG

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

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

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

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

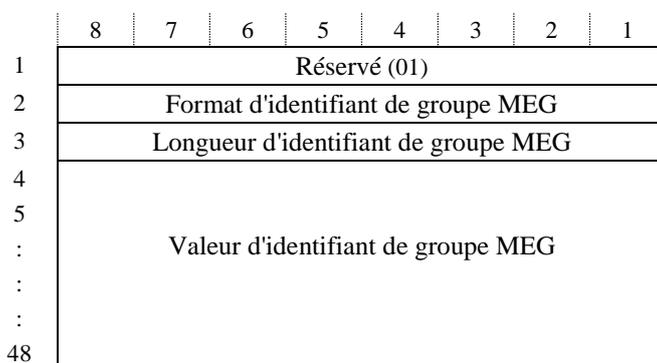


Figure A.1 – Format générique de l'identifiant de groupe MEG

Le type de format d'identifiant de groupe MEG est identifié par le champ de format d'identifiant de groupe MEG. Les valeurs spécifiques des types de format d'identifiant de groupe MEG sont définies dans le Tableau A.1 et décrites aux § A.1 et A.2 ci-dessous.

Tableau A.1 – Types de format d'identifiant de groupe MEG

Valeur du type de format d'identifiant de groupe MEG	Nom du triplet TLV
00, 5-31, 64-255	Réservé (Note 1)
1-4	Voir ci-dessous (Note 2)
Types propres à la présente Recommandation	
32	Format basé sur l'ICC
33	Format basé sur l'ICC et le CC
34-63	Réservé (Note 3)
NOTE 1 – Réservé pour définition par l'IEEE 802.1.	
NOTE 2 – Utiliser les valeurs définies dans le Tableau 21-20 de la norme [IEEE 802.1Q].	
NOTE 3 – Réservé pour normalisation future par l'UIT-T.	

A.1 Format d'identifiant de groupe MEG basé sur l'ICC

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

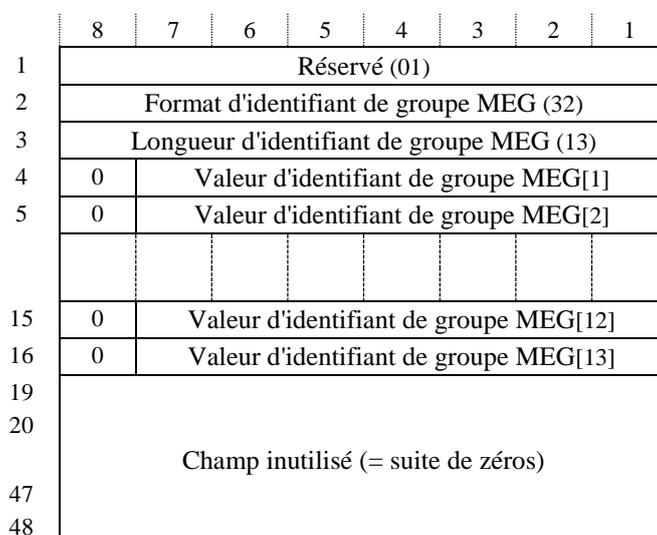


Figure A.2 – Format d'identifiant de groupe MEG basé sur l'ICC

La valeur d'identifiant de groupe MEG identifiée par le type 32 se compose de 13 caractères codés conformément à la Recommandation [UIT-T T.50] (Alphabet international de référence – Jeux de caractères codés à 7 bits pour l'échange d'informations).

Il est à noter que les identifiants de groupe MEG de type 32 ne sont pas nécessairement uniques à l'échelle mondiale car, comme décrit dans la Recommandation [UIT-T M.1400], le même ICC peut exister dans différents pays. Par conséquent, le type 32 d'identifiant de groupe MEG assure l'unicité uniquement dans un pays.

La Figure A.3 montre la structure d'une valeur d'identifiant de groupe MEG basé sur l'ICC.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ICC		UMC										
ICC		UMC										
ICC			UMC									
ICC				UMC								
ICC					UMC							
ICC						UMC						

Figure A.3 – Structure d'une valeur d'identifiant de groupe MEC basé sur l'ICC

Cette valeur se compose de deux sous-champs: le code d'exploitant UIT (ICC) suivi par un code d'identifiant de groupe MEG unique (UMC).

Le code d'exploitant UIT se compose de 1 à 6 caractères alphabétiques (A-Z) et/ou numériques (0-9) justifiés à gauche. Le code UMC suit immédiatement le code ICC et doit se composer de 7 à 12 caractères, avec caractères NUL finals, complétant les 13 caractères de la valeur d'identifiant de groupe MEG. Le code UMC doit relever de l'organisation à laquelle le code ICC a été attribué, à condition que son unicité soit garantie dans un pays.

A.2 Format d'identifiant de groupe MEG mondial basé sur le CC et l'ICC

La Figure A.4 montre le format qui utilise le code d'exploitant UIT (ICC) avec l'indicatif de pays (CC). La valeur d'identifiant de groupe MEG est identifiée par le type 33 et se compose de 15 caractères codés conformément à la Recommandation [UIT-T T.50].

La Figure A.5 montre la structure d'une valeur d'identifiant de groupe MEG identifiée par le CC et l'ICC. Cette valeur se compose de trois sous-champs: l'indicatif de pays (CC), le code d'exploitant UIT (ICC), puis un code d'identifiant de groupe MEG unique (UMC). L'indicatif de pays est une chaîne de 2 caractères alphabétiques représentés par des lettres majuscules (A-Z). Le format de l'indicatif de pays est défini dans la norme [ISO 3166-1]. Le code d'exploitant UIT se compose de 1 à 6 caractères alphabétiques (A-Z) et/ou numériques (0-9) justifiés à gauche.

Le code UMC suit immédiatement le code ICC et doit se composer de 7 à 12 caractères, avec caractères NUL finals, complétant les 15 caractères de la valeur d'identifiant de groupe MEG. Le code UMC doit commencer par le caractère "/" si le code ICC se compose de moins de 6 caractères (comme illustré dans la Figure A.5) et doit être unique dans le contexte de l'organisation à laquelle les codes d'exploitant UIT ont été attribués.

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Réservé (01)							
2	Format d'identifiant de groupe MEG (33)							
3	Longueur d'identifiant de groupe MEG (15)							
4	0	Valeur d'identifiant de groupe MEG[1]						
5	0	Valeur d'identifiant de groupe MEG[2]						
17	0	Valeur d'identifiant de groupe MEG[14]						
18	0	Valeur d'identifiant de groupe MEG[15]						
19	Champ inutilisé (= suite de zéros)							
20								
47								
48								

Figure A.4 – Format d'identifiant de groupe MEG mondial basé sur le CC et l'ICC

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											

Figure A.5 – Structure d'une valeur d'identifiant de groupe MEG mondial basé sur le CC et l'ICC

Annexe B

Considérations relatives à l'interopérabilité pour la trace de liaison Ethernet (ETH-LT) définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731]

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

La présente annexe décrit l'interfonctionnement des points MEP et MIP Ethernet, prenant en charge différents types de trace de liaison Ethernet (ETH-LT) (à savoir la trace ETH-LT définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731] et celle définie dans la présente Recommandation), et identifie les exigences de base pour l'interfonctionnement lorsque l'entité ME comprend deux types de points MEP ou MIP.

B.1 Trace de liaison Ethernet (ETH-LT) définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731]

La trace ETH-LT définie dans la Recommandation [UIT-T Y.1731] et celle définie dans la présente Recommandation présentent les différences suivantes:

- Les § 7.3.1 (Emission de trames LTM) et 9.5 (Unité PDU LTM) de la Recommandation [UIT-T Y.1731] ne définissent pas le triplet TLV d'identifiant de sortie LTM et son format, alors que ceux-ci sont définis comme étant obligatoires dans la présente Recommandation.
- Les § 7.3.2 (Emission de trames LTR) et 9.6 (Unité PDU LTR) de la Recommandation [UIT-T Y.1731] ne définissent pas le triplet d'identifiant de sortie LTR et son format, alors que ceux-ci sont définis comme étant obligatoires dans la présente Recommandation. De plus, le triplet TLV d'entrée de réponse et le triplet TLV de sortie de réponse étaient facultatifs dans la Recommandation [UIT-T Y.1731], alors qu'ils sont définis comme étant obligatoires dans la présente Recommandation.
- FwdYes et TerminalMEP sont définis dans les bits 7 et 6 de la description des champs du format de l'unité PDU LTR au § 9.6.2 de la présente Recommandation, tandis qu'ils n'étaient pas définis dans la Recommandation [UIT-T Y.1731].
- Au niveau d'un point MIP, le répondeur ETH-LT n'était pas défini, et les deux ports d'entrée et de sortie pouvaient servir de point MIP dans un équipement v2006, tandis que la présente Recommandation définit le répondeur ETH-LT de sorte qu'il ne peut y avoir qu'un seul point MIP par équipement.

B.2 Interfonctionnement avec la Recommandation [UIT-T Y.1731]

Dans le cas d'une entité ME comprenant un point MEP v2006 qui émet une trame ETH-LTM et des points MIP v2008, ou dans le cas d'une entité ME comprenant un point MEP v2006 qui émet une trame ETH-LTM et d'un point MEP v2008 qui reçoit une trame ETH-LTM et émet une trame ETH-LTR, le point MIP v2008 ou le point MEP v2008 peut éliminer la trame ETH-LTM provenant du point MEP v2006 en raison de l'absence du triplet TLV d'identifiant de sortie LTM. Dans ce cas, pour maintenir l'interopérabilité, le point MIP v2008 peut réexpédier la trame ETH-LTM et émettre une trame ETH-LTR en reconnaissant que la trame ETH-LTM n'a pas le triplet TLV et en se comportant comme un point MIP v2006. De même, le point MEP v2008 peut émettre une trame ETH-LTR en reconnaissant que la trame ETH-LTM n'a pas le triplet TLV et en se comportant comme un point MEP v2006. Voir la Figure B.1.

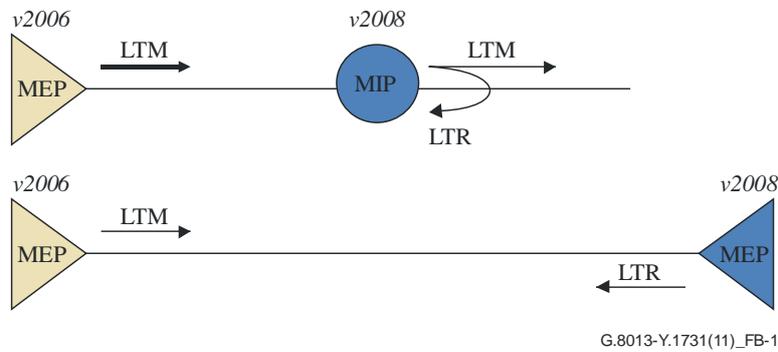


Figure B.1 – Cas 1 d'interopérabilité

Dans le cas d'une entité ME comprenant un point MEP v2008 qui émet une trame ETH-LTM et des points MIP v2006 ou dans le cas d'un point MEP v2006 qui reçoit une trame ETH-LTM et émet une trame ETH-LTR, le point MEP v2008 reçoit une trame ETH-LTR sans triplet TLV d'identifiant de sortie LTR et sans triplet TLV d'entrée de réponse ou triplet TLV de sortie de réponse en provenance des points MIP ou MEP v2006. L'absence de ces triplets TLV dans la trame ETH-LTR est considérée comme non valide dans la version v2008. Afin de maintenir l'interopérabilité, la version v2008 peut être configurée de manière à identifier cette trame ETH-LTR comme valide. Voir la Figure B.2.

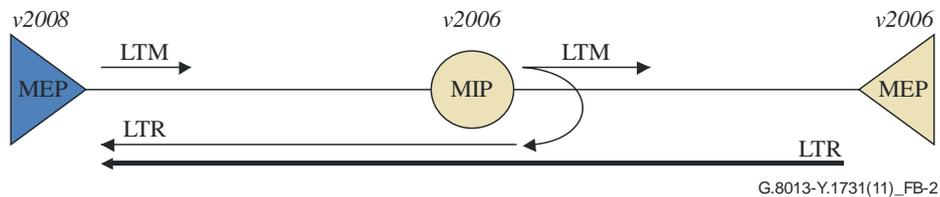


Figure B.2 – Cas 2 d'interopérabilité

Dans le cas d'une entité ME comprenant un point MEP v2008 qui émet une trame ETH-LTM et des points MIP v2006 situés dans les ports d'entrée et de sortie de l'équipement, l'équipement peut transmettre deux trames ETH-LTR au point MEP v2008. Pour la réception des trames ETH-LTR au niveau du point MEP v2008, le comportement est le même que dans le cas mentionné ci-dessus (voir la Figure B.3). Il est à noter que ce comportement est compatible avec l'analyse LTR conformément à l'Annexe J.5 de la norme [IEEE 802.1Q], à condition que chacun des MP qui décrémentent le champ TTL d'une trame LTM retourne aussi une trame LTR.

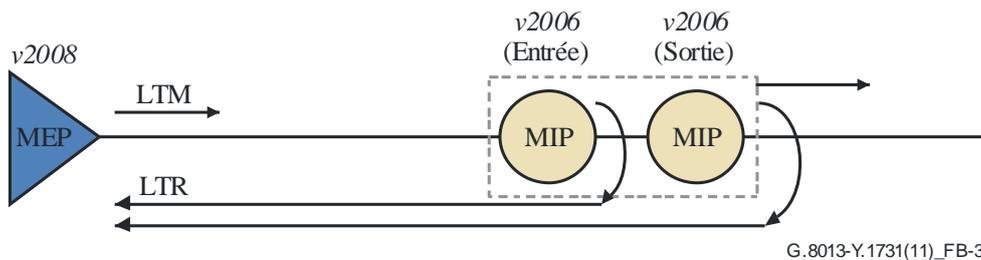


Figure B.3 – Cas 3 d'interopérabilité

Appendice I

Scénarios de réseau Ethernet

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

I.1 Exemple de niveaux partagés de groupe MEG

La Figure I.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 points MEP, les cercles représentent les points MIP et les losanges représentent les points TrCP.

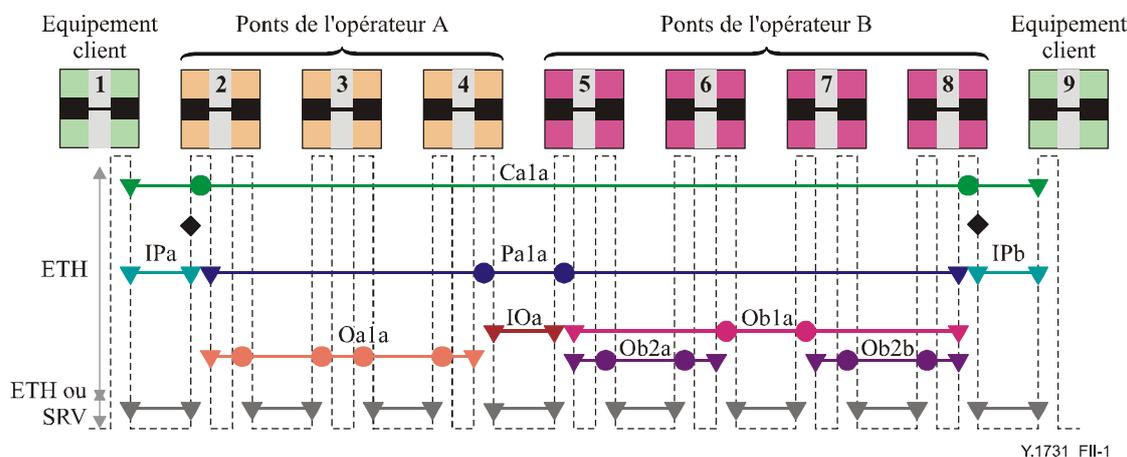


Figure I.1 – Exemple d'attribution partagée des niveaux de groupe MEG

- L'entité ME de client (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 (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 (IPa et IPb) peuvent être assignées à un niveau 0 de groupe MEG. Cela permet aux fournisseurs 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.

I.2 Exemple de niveaux indépendants de groupe MEG

La Figure I.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 points MEP, les cercles représentent les points MIP et les losanges représentent des points TrCP.

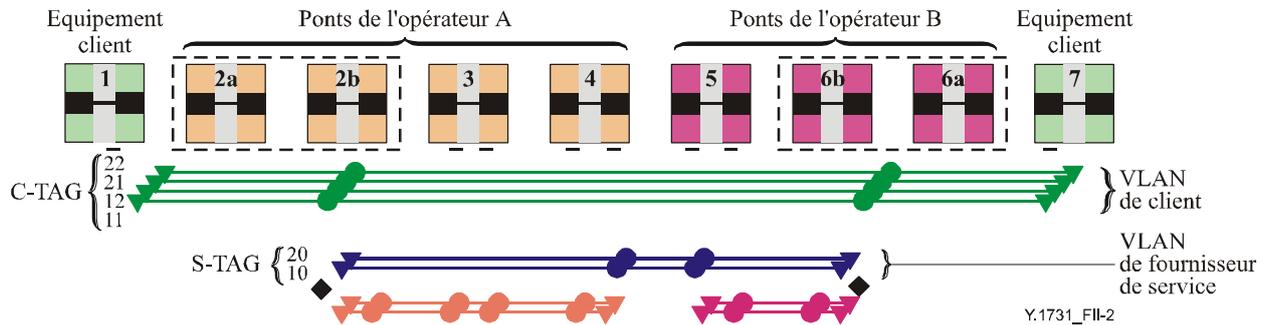


Figure I.2 – Exemple de répartition de niveaux de groupe MEG indépendants

- Dans l'exemple précédent, quatre réseaux VLAN de client (11, 12, 21 et 22) et les groupes MEG de client correspondants (C-TAG dans la figure) sont complètement indépendants des deux réseaux VLAN de fournisseur de service (20 et 10) et des groupes MEG de fournisseur de service correspondants (S-TAG dans la figure).
- 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 I.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 II

Mesure de perte de trame

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

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.

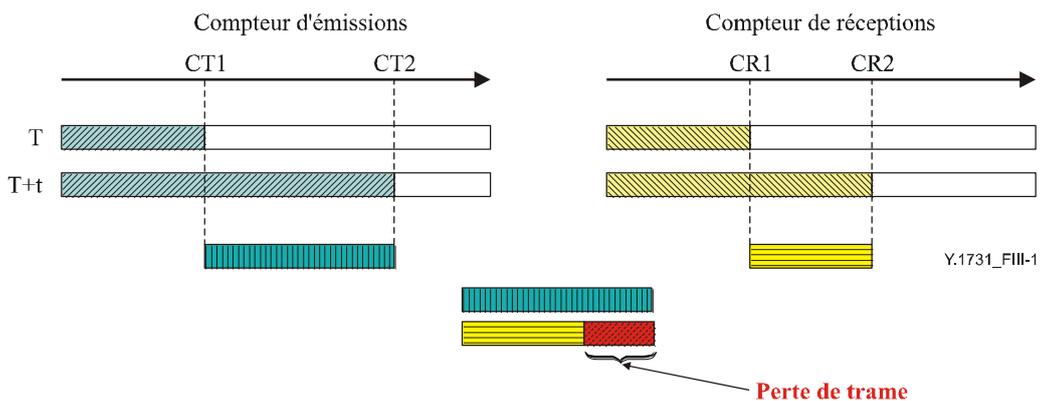


Figure II.1 – Aucun débordement

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

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

- Seul le compteur d'émissions déborde:

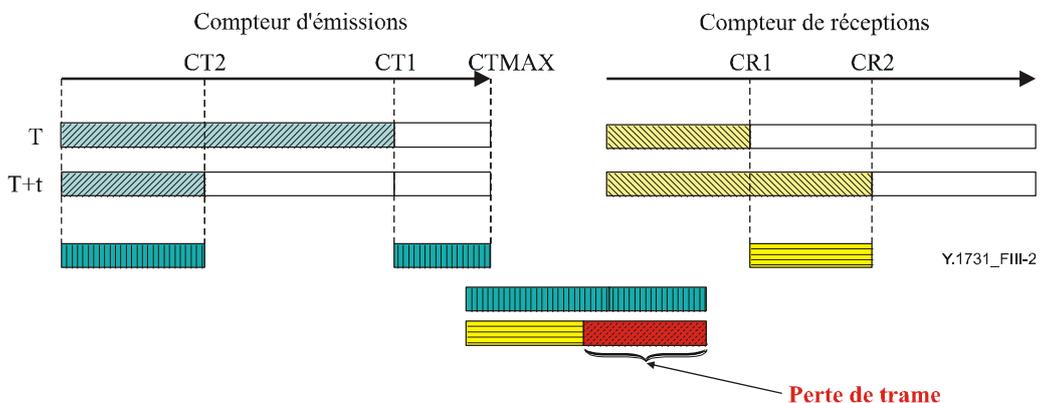


Figure II.2 – Le compteur d'émissions déborde

Dans ce cas, la perte peut être obtenue 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:

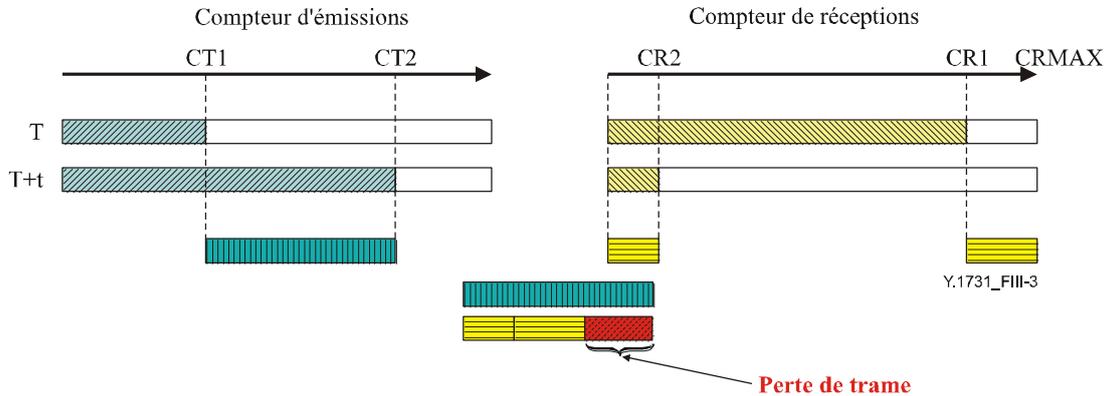


Figure II.3 – Le compteur de réceptions déborde

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

d) Débordement des compteurs d'émissions comme de réceptions:

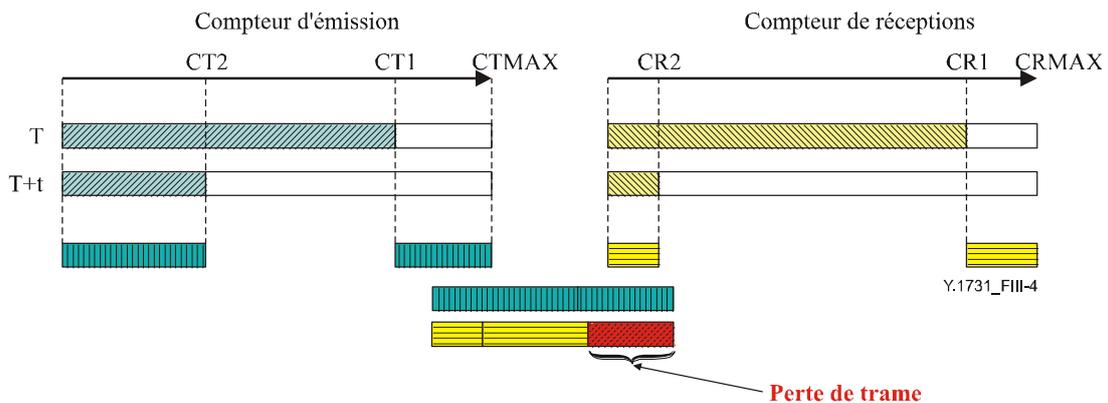


Figure II.4 – Les deux compteurs débordent

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

II.1 Calcul simplifié de perte de trame

Si le calcul est fait en mode de valeurs non signées, la formule de calcul pour la perte de trame peut être grandement simplifiée grâce aux 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.

II.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 II.1 – 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 III

Interfonctionnement OAM dans un réseau

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

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 la couche serveur et la couche client devrait être en mesure d'insérer le signal AIS dans la couche client;
- le format du signal AIS inséré est propre à la couche client.

Par exemple, quand la couche client est Ethernet, un point MEP serveur est utilisé.

Appendice IV

Limitation de la détection des erreurs de multiplexage

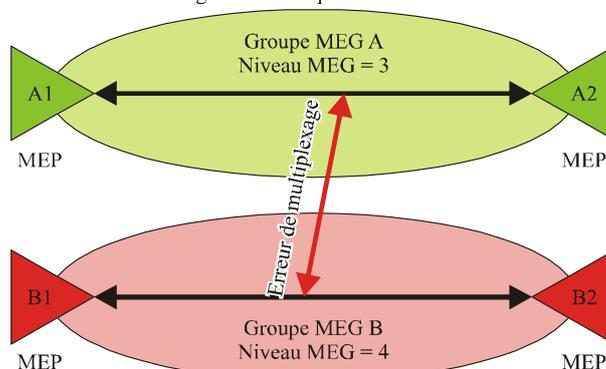
(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Pour la détection des défauts, les points MEP ne prennent en considération que les trames CCM possédant leur propre niveau – ou un niveau inférieur – de groupe MEG. Les trames CCM possédant des niveaux supérieurs de groupe MEG sont entièrement transférées afin d'offrir la transparence OAM définie dans le § 5.4. Ce comportement conduit à une limitation de la détection d'erreur de multiplexage comme représenté dans la Figure IV.1.

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

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.

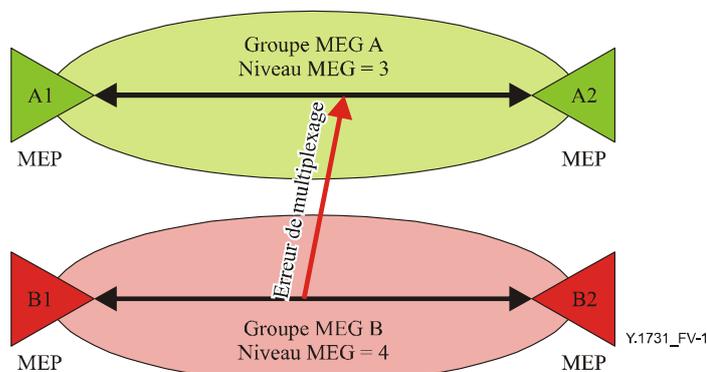
Aucun défaut n'est détecté par les extrémités MEP du groupe MEG A car seuls les niveaux MEG inférieurs ou égaux à 3 sont pris en considération.



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 IV.1 – Limitation de la détection des erreurs de multiplexage

Appendice V

Alignement terminologique avec la norme [IEEE 802.1Q]

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

La relation entre la terminologie utilisée dans la présente Recommandation et celle utilisée dans la norme [IEEE 802.1Q] est exposée ci-dessous.

Tableau V.1 – Correspondances terminologiques

Terme UIT-T G.8013/Y.1731	Terme IEE 802.1Q	Remarques
MEG	Association de maintenance (MA)	
MEG ID	MAID (nom de domaine + nom abrégé d'association MA)	Contrairement aux dispositions de la norme [IEEE 802.1Q], l'identifiant de groupe MEG n'implique pas, dans la Recommandation [UIT-T Y.1731], de séparation entre nom de domaine et nom abrégé de groupe MEG.
Niveau de groupe MEG	Niveau d'association MA	

Appendice VI

Exemples illustrant la précision des mesures ETH-SLM

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

La mesure de perte synthétique utilise un échantillonnage pour mesurer la perte de trames; par conséquent, le taux FLR mesuré sera distribué autour de la valeur de perte réelle selon une distribution binomiale. La moyenne du taux FLR mesuré sera toujours égale au taux FLR réel, alors que l'écart type dépend du nombre d'échantillons. L'écart type peut donc être utilisé pour illustrer la précision du résultat de mesure du taux FLR. Le Tableau VI.1 montre l'écart type pour diverses valeurs de perte réelle et divers nombres d'échantillons (c'est-à-dire le nombre de trames SLM envoyées). Lorsqu'on utilise la mesure ETH-SLM, le nombre d'échantillons doit être choisi de manière à ce que l'écart type soit faible, par rapport à tout seuil FLR utilisé pour déclencher une action, afin que la probabilité de faux positifs soit faible.

Tableau VI.1 – Ecart type pour diverses valeurs de perte réelle et divers nombres d'échantillons

Taux FLR réel	Nombre d'échantillons	Intervalle d'émission	Ecart type (% FLR)
50%	10	100 ms	15,81%
50%	100	10 ms	5,00%
50%	1000	1 ms	1,58%
10%	10	100 ms	9,49%
10%	100	10 ms	3,00%
10%	1000	1 ms	0,95%
1%	10	100 ms	3,15%
1%	100	10 ms	0,99%
1%	1000	1 ms	0,31%
0,1%	10	100 ms	1,00%
0,1%	100	10 ms	0,31%
0,1%	1000	1 ms	0,1%

Il est à noter que si le nombre d'échantillons est multiplié par n , l'écart type est divisé par \sqrt{n} .

Appendice VII

Fonction ETH-LM et agrégation de liaisons

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

L'agrégation de liaisons (LAG), telle qu'elle est définie dans la norme [b-IEEE 802.1AX], peut avoir une incidence sur l'efficacité des mécanismes OAM définis dans la présente Recommandation et dans la Recommandation [UIT-T G.8021] ainsi que dans la norme [IEEE 802.1Q]. Ces mécanismes OAM basés sur des trames de service, par exemple ETH-LM, nécessitent de préserver l'ordre des trames, tandis que ceux basés sur des trames synthétiques, par exemple ETH-DM et ETH-SLM (et ETH-CC), supposent un échantillonnage approprié pour l'ensemble des liaisons/trajets de transmission possibles. Le présent appendice porte sur le mécanisme ETH-LM, mais d'autres mécanismes OAM peuvent rencontrer des problèmes analogues lors du contrôle d'une fraction du flux prévu. Pour éviter ces problèmes, on peut par exemple utiliser l'agrégation de liaisons pour la commutation de protection (deux liaisons agrégées pour lesquelles tout le trafic est transmis sur l'entité de transport active) ou utiliser l'agrégation de liaisons avec hachage en fonction du flux (tout le trafic d'un flux donné est placé sur la même liaison agrégée).

Si on considère plus précisément la mesure de perte de trames Ethernet, le mécanisme ETH-LM est en principe capable de détecter avec précision la perte d'une trame unique sur une connexion ETH point à point entre deux points MEP de terminaison (par exemple les points MEP A et Z dans la Figure VII.1, qui illustre le scénario examiné ci-après). Toutefois, cette précision risque d'être affectée par toute modification de l'ordre des trames sur la connexion ETH. L'ordre des unités PDU ETH-LM relativement aux trames comptabilisées est important.

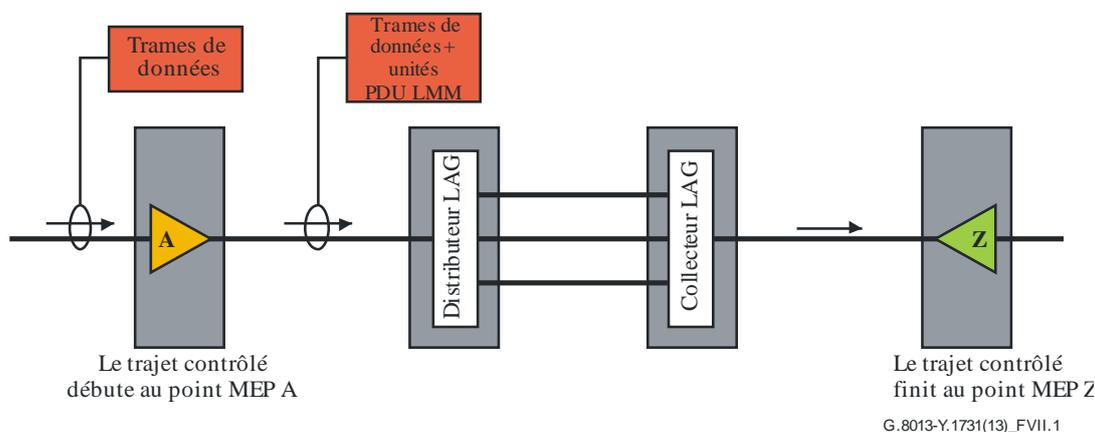


Figure VII.1 – Contrôle de la perte de trames sur le trajet entre deux points MEP de terminaison

La méthode de mesure ETH-LM part du principe que la position des unités PDU ETH-LM dans le flux des trames comptabilisées reste la même entre les points MEP source et puits, ce qui permet d'assurer la synchronisation requise entre les compteurs aux deux extrémités de la liaison. La préservation de l'ordre des trames du service MAC est une propriété caractéristique de la transmission au niveau des ponts Ethernet. Cependant, il se peut que certaines mises en oeuvre de l'agrégation de liaisons ne garantissent pas la préservation de l'ordre des trames sur toute la bande passante agrégée. L'agrégation de liaisons évite toute modification de l'ordre des trames en assignant toutes les trames d'une "conversation" donnée à une même liaison agrégée, ce qui permet de maintenir l'ordre des trames dans chaque "conversation", mais pas nécessairement entre les "conversations".

Les mises en oeuvre courantes de la fonction de distribution de trames LAG (le "distributeur") fonctionnent dans une large mesure de manière autonome et détectent les "conversations" en procédant à un hachage pas nécessairement uniquement sur l'identifiant de VLAN (VID) et la priorité des unités PDU ETH-LM échangées et des trames comptabilisées, mais aussi par exemple sur les adresses MAC et/ou IP d'origine et de destination. L'ensemble des unités PDU ETH-LM et les trames qui sont supposées être comptabilisées contiendront généralement diverses valeurs dans les champs sur lesquels le distributeur se base pour la valeur de hachage assignée et, par conséquent, pour l'assignation des liaisons agrégées.

Dans l'hypothèse où une section/agrégation LAG doit être empruntée quelque part le long du trajet entre les points MEP de terminaison, il se peut que les unités PDU ETH-LM et les trames comptabilisées soient transmises sur différentes liaisons agrégées. Cette situation peut se produire même si toutes sont transmises avec le même identifiant VID et la même priorité car le distributeur peut prendre en considération davantage de champs de trame pour décider de l'assignation des liaisons agrégées. Les trames comptabilisées proprement dites peuvent se retrouver sur différentes liaisons agrégées si elles appartiennent à différentes "conversations". D'autres facteurs peuvent également entraîner une modification de l'ordre, par exemple la quantité de trafic sur la section LAG, la variété des longueurs de trame, ou le nombre de "conversations" que le distributeur peut détecter.

La fonction de collecte de trames LAG (le "collecteur") est relativement simple, comparée au distributeur, car elle s'appuie sur ce dernier pour l'ordre des trames (dans les "conversations"). En tant que telle, elle ne fait que transmettre les trames reçues des liaisons agrégées dans l'ordre dans lequel elle les reçoit. Ainsi, l'ordre des trames ayant le même identifiant VID et la même priorité qui ont été transmises par le distributeur sur différentes liaisons agrégées n'est pas modifié par le collecteur et ces trames risquent d'être dans un ordre différent avant et après la traversée de la section LAG.

Le point MEP puits relève la valeur de son compteur local au moment même où une unité PDU LMM est reçue et compare cette valeur à la valeur du compteur présente dans l'unité PDU LMM proprement dite, qui fournit le décompte équivalent provenant du point MEP d'origine. Comme illustré dans la Figure VII.2, si l'unité PDU LMM change de position par rapport aux trames qui l'entourent, à savoir celles qui sont comptabilisées, cette comparaison indiquera une perte de trame artificielle (ou un gain de trame artificiel), même en l'absence de perte (ou de gain) dans la réalité. Il s'agit là d'une limite à la précision qui peut être obtenue avec cette méthode de mesure de perte de trames.

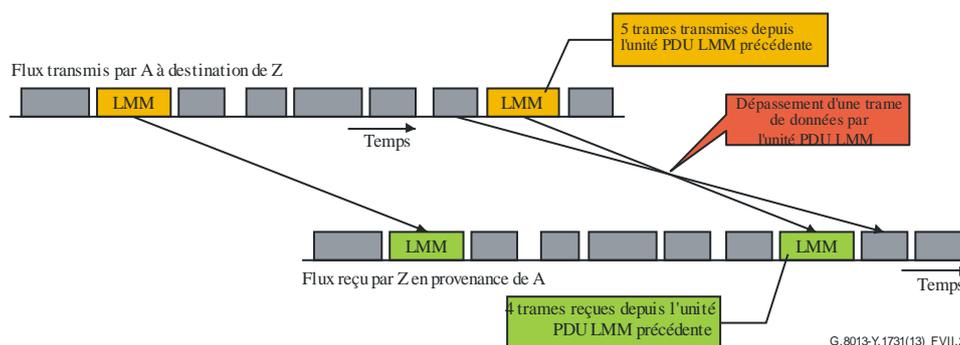


Figure VII.2 – Une unité PDU LMM dépasse une trame de données, entraînant une perte de trame artificielle (ou un gain de trame artificiel)

En raison des nombreux facteurs pouvant entraîner des modifications de l'ordre sur une section LAG, il est difficile de prédire la fréquence de survenue de telles erreurs, qui devraient correspondre à quelques trames. Étant donné que les unités PDU ETH-LM sont courtes, elles ont tendance à dépasser les trames plus longues sur une section LAG. Par conséquent, une perte de trame artificielle peut être mesurée avant que le gain de trame artificiel qui compense ne soit mesuré. En outre, il se peut que, dans certains intervalles de mesure, il y ait très peu de trafic d'utilisateur final (par exemple sur des connexions de réserve). Dans ces intervalles, l'erreur (relative) concernant le taux de perte de trames

signalé en raison d'une modification de l'ordre peut être très élevée. Il est à noter qu'une section LAG prend généralement en charge beaucoup plus de trafic que simplement le flux mesuré par la fonction ETH-LM, de sorte que la probabilité de modification de l'ordre risque de ne pas dépendre beaucoup de la quantité de trafic présente dans le flux proprement dit contrôlé par la fonction ETH-LM.

Dans la pratique, étant donné que les compteurs de trames de service fonctionnent en permanence, la perte de trame artificielle ou le gain de trame artificiel s'annule à la trame LMR suivante, mais une nouvelle erreur est possible si de nouvelles modifications de l'ordre surviennent. Si les dernières unités PDU LMM et LMR qui sont utilisées dans un intervalle de mesure donné (généralement d'une durée de 15 minutes ou 24 heures) ne font pas l'objet d'une modification de l'ordre, les éventuelles erreurs survenues jusqu'à ce stade sont compensées. Lorsque l'intervalle de mesure est long, les erreurs peuvent être peu nombreuses par rapport au nombre de trames de service. Cependant, il se peut qu'il n'y ait que quelques trames de service dans les petits intervalles de temps utilisés pour évaluer la disponibilité, de sorte que l'erreur liée à la modification de l'ordre peut être suffisante pour être à l'origine d'un faux franchissement de seuil FLR d'indisponibilité ou d'un franchissement manqué, et conduire à une durée d'indisponibilité incorrecte.

Bibliographie

- [b-IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX (2008), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Link Aggregation*.
- [b-IETF RFC 2544] IETF RFC 2544 (1999), *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>>

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES

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
Télévision IP sur réseaux de prochaine génération	Y.1900–Y.1999
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
Améliorations concernant les réseaux de prochaine génération	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Réseaux de transmission par paquets	Y.2600–Y.2699
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899
Environnement ouvert de qualité opérateur	Y.2900–Y.2999
RÉSEAUX FUTURS	Y.3000–Y.3499
INFORMATIQUE EN NUAGE	Y.3500–Y.3999

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numériques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numérique à intégration de services
Série J	Reseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changements climatiques, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique, 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 et mesures et tests associés
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	Reseaux de données, communication entre systemes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, reseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systemes de télécommunication