

UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(11/2012)

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 MPLS
sur couche Transport

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

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

Mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour la technologie MPLS-TP dans les réseaux de transport en mode paquet

Recommandation UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

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
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.8113.1/Y.1372.1

Mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour la technologie MPLS-TP dans les réseaux de transport en mode paquet

Résumé

La Recommandation UIT-T G.8113.1/Y.1372.1 spécifie des mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM) dans le plan d'utilisateur des réseaux MPLS-TP, respectant les spécifications OAM MPLS-TP énoncées dans la norme IETF RFC 5860. Elle spécifie aussi les formats des paquets OAM MPLS-TP ainsi que la syntaxe et la sémantique des champs des paquets OAM MPLS-TP.

Les mécanismes OAM définis dans cette Recommandation reposent sur une transmission commune des paquets d'utilisateur MPLS-TP et des paquets OAM MPLS-TP. Dans les réseaux de transport, le trajet de retour OAM est toujours dans la bande.

Les mécanismes OAM MPLS-TP décrits dans cette Recommandation s'appliquent aux connexions MPLS-TP bidirectionnelles point à point avec le même routage. Les connexions MPLS-TP unidirectionnelles point à point et point à multipoint seront traitées dans une version future de cette Recommandation.

Cette Recommandation est conforme au profil de transport MPLS défini par l'IETF. En cas de non-concordance concernant l'architecture, le cadre et les protocoles liés à la technologie MPLS-TP entre cette Recommandation UIT-T et les documents RFC de l'IETF cités comme références normatives, ces derniers prévaudront.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études
1.0	ITU-T G.8113.1/Y.1372.1	2012-11-20	15
1.1	ITU-T G.8113.1/Y.1372.1 (2012) Amd. 1	2013-08-29	15

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

© UIT 2013

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 2
3.1	Termes définis ailleurs 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 3
4	Abréviations et acronymes 3
5	Conventions 6
6	Composantes fonctionnelles 6
6.1	Entité de maintenance (ME)..... 6
6.2	Groupe d'entités de maintenance (MEG) 6
6.3	Points d'extrémité de groupe MEG (MEP)..... 6
6.4	Points intermédiaires de groupe MEG (MIP)..... 8
6.5	Point MEP serveur..... 10
7	Fonctions OAM 10
7.1	Identification de paquets OAM provenant de paquets de trafic d'utilisateurs..... 10
7.2	Spécification des fonctions OAM 12
8	Formats des paquets OAM 17
8.1	Paquets OAM communs..... 17
8.2	Formats des unités PDU OAM fondés sur [UIT-T G.8013] 18
8.3	Canal de communication de gestion (MCC) 27
8.4	Canal de communication de signalisation (SCC)..... 27
9	Procédures OAM des réseaux MPLS-TP 27
9.1	Procédures OAM du réseau MPLS-TP fondées sur les unités PDU UIT-T G.8013..... 27
Annexe A – Fonctions OAM des réseaux MPLS-TP pour un réseau de transport en mode paquet (PTN) Déclaration d'applicabilité 38	
Appendice I – Scénarios de réseaux MPLS-TP 39	
I.1	Exemple d'imbrication de groupes MEG 39
Bibliographie..... 40	

Recommandation UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

Mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance pour la technologie MPLS-TP dans les réseaux de transport en mode paquet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie des mécanismes d'exploitation, d'administration et de maintenance (OAM) pour la technologie MPLS-TP qui peuvent être appliqués dans les réseaux de transport en mode paquet. Elle définit des mécanismes OAM dans le plan utilisateur des réseaux MPLS-TP, respectant les spécifications OAM MPLS-TP énoncées dans [IETF RFC 5860]. Elle spécifie aussi les formats des paquets OAM MPLS-TP ainsi que la syntaxe et la sémantique des champs des paquets OAM MPLS-TP.

Les mécanismes OAM définis dans la présente Recommandation reposent sur une transmission commune des paquets d'utilisateur MPLS-TP et des paquets OAM MPLS-TP. Dans les réseaux de transport, le trajet de retour OAM est toujours dans la bande.

Les mécanismes OAM MPLS-TP définis dans la présente Recommandation sont applicables aux scénarios de réseaux décrits dans l'Annexe A et s'appliquent aux connexions MPLS-TP point à point bidirectionnelles avec le même routage. Les connexions MPLS-TP unidirectionnelles point à point et point à multipoint seront traitées dans une version future de la présente Recommandation.

Pour la représentation de la technologie MPLS-TP, la présente Recommandation utilise les méthodologies qui ont été utilisées pour d'autres technologies de transport (par exemple hiérarchie numérique synchrone (SDH), réseau de transport optique (OTN) et Ethernet)¹.

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 (2004), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique*.
- [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 (2007), *Prescriptions de la fonction de gestion d'équipements communs*.

¹ La présente Recommandation UIT-T est censée être alignée sur les documents RFC de l'IETF relatifs à la MPLS qui sont cités en tant que références normatives dans la présente Recommandation.

- [UIT-T G.7712] Recommandation UIT-T G.7712/Y.1703 (2010), *Architecture et spécification du réseau de communication de données.*
- [UIT-T G.8010] Recommandation UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture des réseaux de couche Ethernet*, plus Amendement 1 (2006).
- [UIT-T G.8013] Recommandation UIT-T G.8013/Y.1731 (2011), *Fonctions et mécanismes OAM pour les réseaux fondés sur d'Ethernet.*
- [UIT-T G.8021] Recommandation UIT-T G.8021/Y.1341 (2010), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de réseau de transport Ethernet.*
- [UIT-T G.8110.1] Recommandation UIT-T G.8110.1/Y.1370.1 (2011), *Architecture du réseau de couche MPLS-TP.*
- [UIT-T M.20] Recommandation UIT-T M.20 (1992), *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication.*
- [UIT-T M.1400] Recommandation UIT-T M.1400 (2006), *Désignations des interconnexions entre opérateurs de réseau.*
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
- [IETF RFC 3032] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding.*
- [IETF RFC 3443] IETF RFC 3443 (2003), *Time To Live (TTL) Processing in Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Networks.*
- [IETF RFC 4385] IETF RFC 4385 (2006), *Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN.*
- [IETF RFC 5462] IETF RFC 5462 (2009), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Stack Entry: "EXP" Field Renamed to "Traffic Class" Field.*
- [IETF RFC 5586] IETF RFC 5586 (2009), *MPLS Generic Associated Channel.*
- [IETF RFC 5654] IETF RFC 5654 (2009), *Requirements of an MPLS Transport Profile.*
- [IETF RFC 5718] IETF RFC 5718 (2010), *An In-Band Data Communication Network For the MPLS Transport Profile.*
- [IETF RFC 5860] IETF RFC 5860 (2010), *Requirements for Operations, Administration, and Maintenance (OAM) in MPLS Transport Networks.*
- [IETF RFC 6371] IETF RFC 6371 (2011), *Operations, Administration and Maintenance Framework for MPLS-Based Transport Networks.*

3 Définitions

La présente Recommandation comporte certains termes nécessaires pour examiner les éléments de réseau fonctionnels associés aux fonctions OAM. Ces définitions sont conformes à la terminologie de la Recommandation UIT-T G.805.

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation emploie les termes suivants définis dans [UIT-T G.806]:

- **défaut**
- **défaillance**

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit le terme suivant:

3.2.1 profil de transport MPLS: ensemble de fonctions de commutation par étiquette multiprotocole (MPLS) utilisées pour prendre en charge des services et des réseaux de transport en mode paquet.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

IDM	mesure du temps de transmission dans un seul sens (<i>one-way delay measurement</i>)
A	fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>)
ACH	en-tête de canal associé (<i>associated channel header</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AP	point d'accès (<i>access point</i>)
APS	commutation de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
C	abonné (<i>customer</i>)
CC	contrôle de continuité (<i>continuity check</i>)
CCM	message de contrôle de continuité (<i>continuity check message</i>)
C-DCI	client – indication claire de défaut (<i>client – defect clear indication</i>)
CFI	indication de défaillance côté client (<i>client failure indication</i>)
CSF	défaillance du signal côté client (<i>client signal fail</i>)
CV	vérification de connectivité (<i>connectivity verification</i>)
DCC	canal de communication de données (<i>data communication channel</i>)
DM	mesure du temps de transmission (<i>delay measurement</i>)
DMM	message de mesure du temps de transmission (<i>delay measurement message</i>)
DMR	réponse à un message de mesure du temps de transmission (<i>delay measurement reply</i>)
DT	test de diagnostic (<i>diagnostic test</i>)
ES	propre à une utilisation expérimentale (<i>experimental specific</i>)
EXM	message OAM expérimental (<i>experimental OAM message</i>)
EXP	utilisation expérimentale (<i>experimental</i>)
EXR	réponse à un message OAM expérimental (<i>experimental OAM reply</i>)
FC	compteur de trame (<i>frame count</i>)
G-ACh	canal associé générique (<i>generic associated channel</i>)
GAL	étiquette de canal G-ACh (<i>G-ACh label</i>)
IANA	autorité chargée de l'assignation des numéros Internet (<i>Internet assigned numbers authority</i>)
ICC	code d'exploitant de l'UIT-T (<i>ITU-T carrier code</i>)
ID	identificateur (<i>identifier</i>)
IETF	groupe d'études sur l'ingénierie Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)

IF	interface (<i>interface</i>)
IO	opérateur intermédiaire (<i>intermediate operator</i>)
IP	fournisseur intermédiaire (<i>intermediate provider</i>)
LBM	message de bouclage (<i>loopback message</i>)
LBR	réponse à un message de bouclage (<i>loopback reply</i>)
LCK	signal d'état verrouillé (<i>locked signal</i>)
LER	routeur périphérique utilisant des étiquettes (<i>label edge router</i>)
LM	mesure des pertes (<i>loss measurement</i>)
LMM	message de mesure des pertes (<i>loss measurement message</i>)
LMR	réponse à un message de mesure des pertes (<i>loss measurement reply</i>)
LOC	perte de continuité (<i>loss of continuity</i>)
LSE	entrée de pile d'étiquettes (<i>label stack entry</i>)
LSP	trajet avec commutation par étiquette (<i>label switched path</i>)
LSR	routeur de commutation par étiquette (<i>label switch router</i>)
MCC	canal de communication de gestion (<i>management communication channel</i>)
ME	entité de maintenance (<i>maintenance entity</i>)
MEG	groupe d'entités de maintenance (<i>maintenance entity 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>)
MMG	erreur d'association (<i>mismerge</i>)
MPLS	commutation par étiquette multiprotocole (<i>multi protocol label switching</i>)
MPLS-TP	profil de transport MPLS (<i>MPLS transport profile</i>)
N	réseau (<i>network</i>)
NE	élément de réseau (<i>network element</i>)
Num	nombre (<i>number</i>)
O	opérateur (<i>operator</i>)
OAM	exploitation, administration et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OpCode	code d'exploitation (<i>operations code</i>)
OSS	système d'appui à l'exploitation (<i>operations support system</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
P	fournisseur (<i>provider</i>)
PD	temps de transmission des paquets (<i>packet delay</i>)
PDU	unité de données de protocole (<i>protocol data unit</i>)
PDV	variation du temps de transmission des paquets (<i>packet delay variation</i>)
PHB	comportement par bond (<i>per-hop behaviour</i>)

PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PSN	réseau à commutation par paquets (<i>packet switched network</i>)
PW	pseudo-circuit (<i>pseudowire</i>)
PWE3	émulation de pseudo-circuits de périphérie à périphérie (<i>pseudowire emulation edge-to-edge</i>)
RDI	indication de défaut à distante (<i>remote defect indication</i>)
RFC	demande d'observations (<i>requests for comments</i>)
Rx	réception (<i>receive</i>)
S	pile (<i>stack</i>)
SCC	canal de communication de signalisation (<i>signalling communication channel</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
Sk	puits (<i>sink</i>)
SLA	accord de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
So	source (<i>source</i>)
SPME	entité de maintenance de sous-trajet (<i>sub-path maintenance entity</i>)
SRV	serveur (<i>server</i>)
TC	classe de trafic (<i>traffic class</i>)
TCM	contrôle de connexion en cascade (<i>tandem connection monitoring</i>)
TLV	type, longueur et valeur (<i>type, length, and value</i>)
TrCP	point de conditionnement du trafic (<i>traffic conditioning point</i>)
TSB	bureau de la normalisation des télécommunications (<i>Telecommunication Standardization Bureau</i>)
TST	test (<i>test</i>)
TTL	durée de vie (<i>time to live</i>)
Tx	émission (<i>transmit</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
UNL	niveau de groupe (MEG) inattendu (<i>Unexpected (MEG) level</i>)
UNM	point MEP inattendu (<i>Unexpected MEP</i>)
UNP	période inattendue (<i>Unexpected period</i>)
UNPr	priorité inattendue (<i>Unexpected priority</i>)
VCCV	vérification de la connectivité du circuit virtuel (<i>virtual circuit connectivity verification</i>)
VS	propre au fournisseur (<i>vendor specific</i>)
VSM	message (OAM) propre au fournisseur (<i>vendor specific (OAM) message</i>)
VSR	réponse à un message (OAM) propre au fournisseur (<i>vendor specific (OAM) reply</i>)

5 Conventions

Les conventions de représentation utilisées pour les fonctions composites des points d'extrémité et des points intermédiaires des groupes d'entités de maintenance (points MEG et MIP) sont celles de [UIT-T G.8010].

Les valeurs des champs d'unité de données de protocole (PDU) OAM sont exprimées en décimales.

6 Composantes fonctionnelles

6.1 Entité de maintenance (ME)

Une entité de maintenance (ME) peut être considérée comme l'association entre deux points d'extrémité de groupe MEG (MEP) qui applique des opérations de maintenance et de surveillance à une connexion de réseau ou à une connexion en cascade.

Dans le cas d'une connexion bidirectionnelle point à point avec le même routage, une seule entité ME bidirectionnelle est définie pour contrôler les deux sens de manière compatible.

6.2 Groupe d'entités de maintenance (MEG)

Un groupe d'entités de maintenance (MEG) est l'ensemble d'une ou de plusieurs entités ME appartenant à la même connexion, qui sont maintenues et contrôlées en tant que groupe.

6.2.1 Contrôle de connexion en cascade TCM)

Le contrôle de connexion en cascade (TCM) peut être pris en charge par l'instanciation de l'entité de maintenance du sous-trajet (SPME), telle qu'elle est décrite dans [IETF RFC 6371], qui a une relation 1:1 avec la connexion contrôlée. L'entité SPME est alors contrôlée au moyen du contrôle normal de trajet avec commutation par étiquette (LSP).

Lorsqu'une entité SPME est établie entre nœuds non adjacents, les extrémités de cette entité deviennent adjacentes au niveau du réseau de la sous-couche client et tout nœud intermédiaire qui était situé auparavant entre eux devient un nœud intermédiaire pour l'entité SPME.

Les contrôles TCM peuvent s'imbriquer, mais non se chevaucher.

6.3 Points d'extrémité de groupe MEG (MEP)

Un point d'extrémité de groupe MEG (MEP) marque le point d'extrémité d'un groupe MEG qui est chargé de lancer et d'arrêter des paquets OAM pour la gestion des dérangements et la surveillance de la qualité de fonctionnement.

Un point MEP peut lancer un paquet OAM afin qu'il soit transféré vers le point MEP homologue correspondant, ou vers un point MIP intermédiaire faisant partie du groupe MEG.

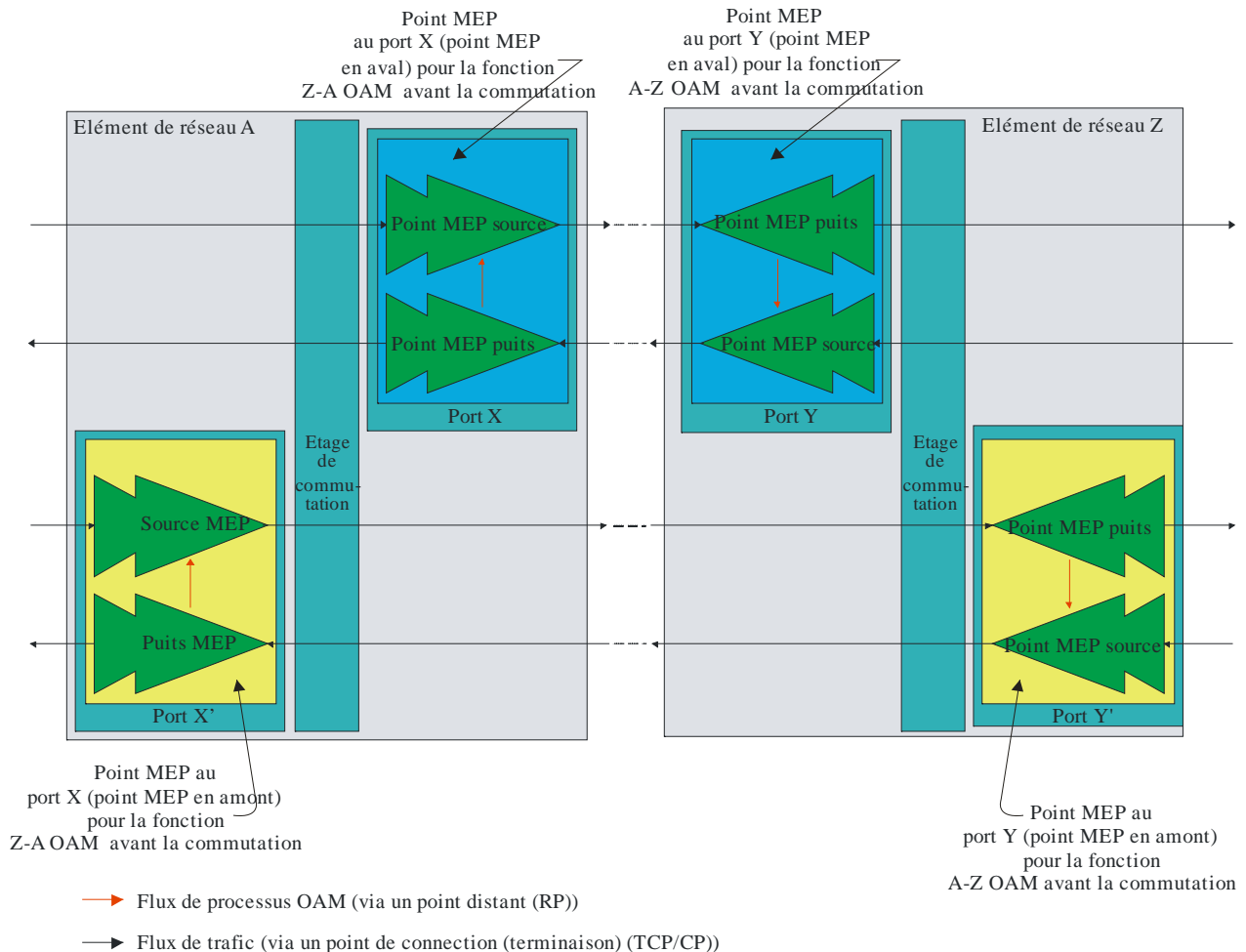
Etant donné que le point MEP correspond à la terminaison du trajet de retransmission d'un groupe MEG au niveau de la (sous-)couche donnée, il n'y a jamais de fuite de paquets OAM en dehors d'un groupe MEG dans une réalisation exempte d'erreurs qui est correctement configurée.

Un point MEP peut être un point MEP pour chaque nœud ou pour chaque interface.

Le point MEP par nœud est un point MEP qui est situé quelque part à l'intérieur d'un nœud. Il n'y a aucun autre point intermédiaire MEG (MIP) ni aucun autre point MEP dans le même groupe MEG à l'intérieur du même nœud.

Le point MEP par interface est un point MEP situé à une interface donnée à l'intérieur du nœud. On appelle notamment un point MEP par interface "point MEP en amont" ou "point MEP en aval", selon son emplacement par rapport à la fonction de connexion², comme représenté sur la Figure 6-1.

NOTE – Il est possible que deux points MEP en amont d'un groupe MEG soient créés, de chaque côté de la fonction de connexion, de sorte que le groupe MEG est entièrement interne au nœud.



G.8113.1(11)_F06-1

Figure 6-1 – Points MEP en amont/en aval

Sur la Figure 6-1 ci-dessus, l'extrémité MEP de l'entité de transport qui traverse le port d'interface X de l'élément NE-A est un point MEP en aval. De même, le point MEP du port d'interface Y de l'élément NE-Z est également un point MEP en aval. Il convient de noter qu'un port d'interface peut prendre en charge de multiples entités de transport. Sur la Figure, une seule entité de transport est indiquée. Dans un souci de simplicité, on désignera ces deux points MEP sous la forme MEP_{AX} et MEP_{ZY} . Si ces deux points MEP font partie du même groupe MEG (c'est-à-dire qu'ils constituent des homologues l'un pour l'autre), le flux OAM (par exemple, les paquets OAM de bouclage) entre le point MEP_{AX} et le point MEP_{ZY} sera traité (rebouclage) par le point MEP_{ZY} et la fonction de connexion de l'élément NE-Z n'interviendra pas dans ce flux OAM. De même, les paquets OAM entre MEP_{ZY} à MEP_{AX} seront traités par le point MEP_{AX} et ne transiteront pas par la fonction de connexion de l'élément NE-A.

² On appelle cette fonction de connexion ² moteur de retransmission dans [IETF RFC 6371].

Sur la Figure 6-1 ci-dessus, le point MEP de l'entité de transport qui traverse le port d'interface X' de l'élément NE-A est un point MEP en amont. De même, le point MEP du point d'interface Y' de l'élément NE-Z est également un point MEP en amont. Si ces deux points MEP ($MEP_{AX'}$ et $MEP_{ZY'}$) font partie du même groupe MEG, les paquets OAM (par exemple, les paquets de bouclage) entre $MEP_{AX'}$ à $MEP_{ZY'}$ transiteront par la fonction de connexion de de l'élément NE-Z et seront traités par le point $MEP_{ZY'}$ de sorte que la fonction de connexion de l'élément NE-Z interviendra dans ce flux OAM. De même, les paquets OAM entre $MEP_{ZY'}$ à $MEP_{AX'}$ seront traités par le point $MEP_{AX'}$ et transiteront par la fonction de connexion de l'élément NE-A.

On trouvera plus de précisions dans [IETF RFC 6371].

6.4 Points intermédiaires de groupe MEG (MIP)

Un point intermédiaire de groupe MEG (MIP) est un point intermédiaire situé entre les deux points MEP à l'intérieur d'un groupe MEG qui est capable de réagir à certains paquets OAM et de retransmettre tous les autres paquets OAM tout en réservant le même sort aux paquets du plan d'utilisateur.

Un point MIP n'active pas des paquets OAM non sollicités, mais peut être adressé par des paquets OAM activés par l'un des points MEP du groupe MEG. Un point MIP ne peut générer des paquets OAM qu'en réponse à des paquets OAM envoyés sur le groupe MEG auquel il appartient.

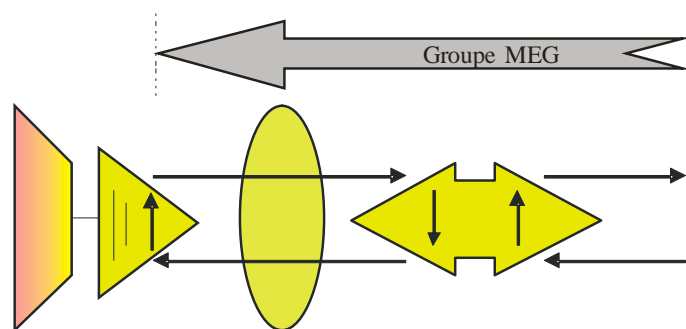
Les points MIP ne connaissent aucun des flux OAM acheminés entre des points MEP ou entre des points MEP et d'autres points MIP. Les points MIP ne peuvent que recevoir et traiter les paquets OAM qui leur sont adressés.

Un point MIP peut être un point MIP par nœud ou un point MIP par interface.

Un point MIP par nœud est un point MIP situé quelque part à l'intérieur d'un nœud. Il n'existe aucun autre point MIP ni aucun autre point MEP dans le même groupe MEG à l'intérieur du même nœud.

Le point MIP par interface est un point MIP situé à l'interface d'un nœud, indépendamment de la fonction de connexion³. Le point MIP peut être placé à l'interface d'entrée ou à l'interface de sortie de n'importe quel nœud situé le long du groupe MEG.

Un nœud situé en bordure d'un groupe MEG ayant un point MEP en amont par interface peut également prendre en charge un point MIP par interface de l'autre côté de la fonction de connexion, comme indiqué sur la Figure 6-2.



Flux d'unités PDU de la fonction OAM

G.8113.1(11)_F06-2

Figure 6-2 – Point MEP en amont et point MIP par interface dans un nœud situé en bordure d'un groupe MEG

³ On appelle cette fonction de connexion moteur de retransmission dans [IETF RFC 6371].

Un nœud intermédiaire situé à l'intérieur d'un groupe MEG peut soit:

- prendre en charge un point MIP par nœud (c'est-à-dire un seul point MIP par nœud en un emplacement indéterminé à l'intérieur du nœud);
- prendre en charge des point MIP par interface (c'est-à-dire deux point MIP par nœud, de chaque côté du moteur de retransmission, pour les connexions bidirectionnelles point à point avec le même routage).

Conformément à [UIT-T G.8110.1], un point MIP est modélisé sur le plan fonctionnel sous la forme de deux moitiés de points MIP dos à dos, comme indiqué sur la Figure 6-3.

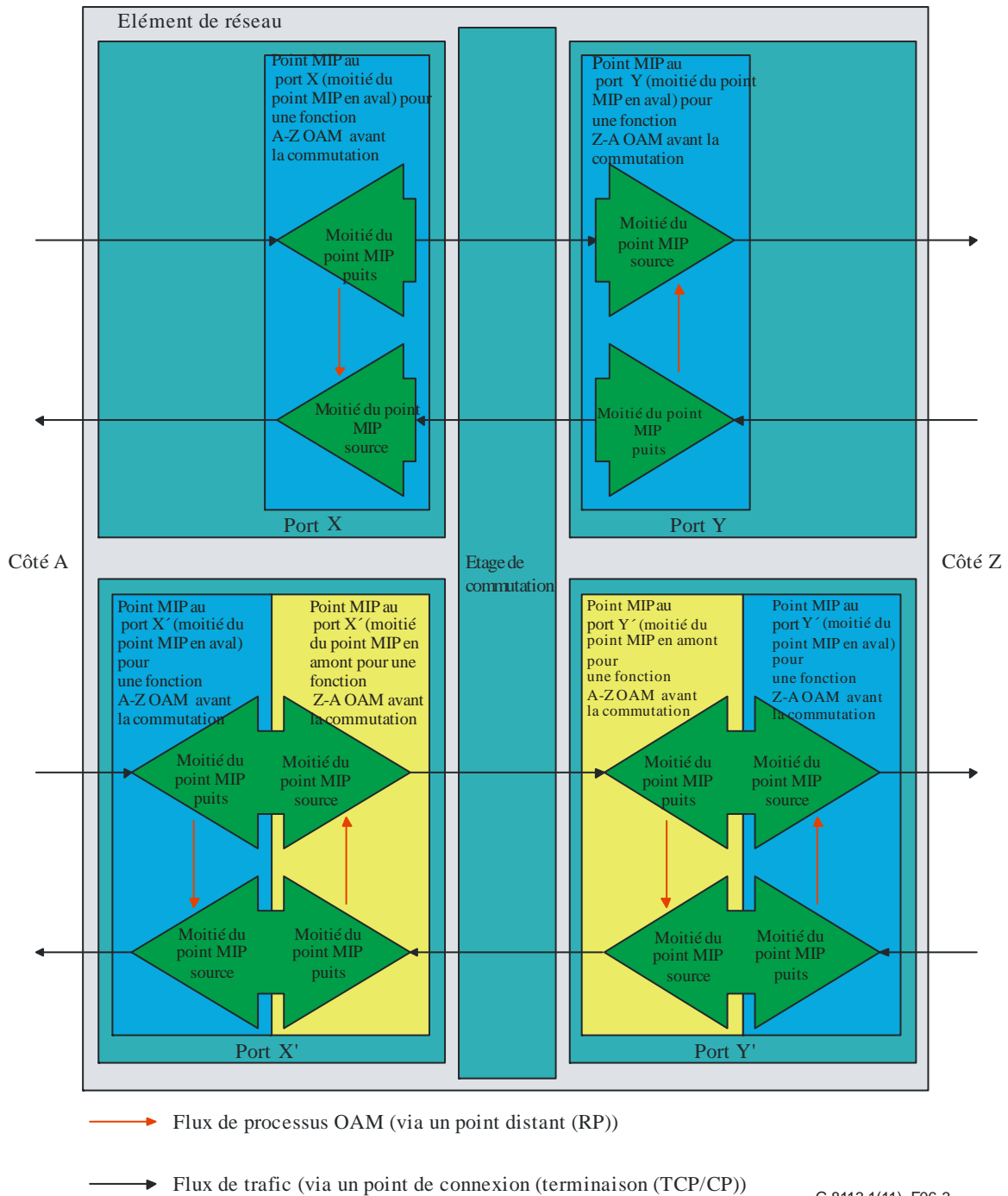


Figure 6-3 – Moitié de point MIP en amont/en aval

Sur la Figure 6-3 ci-dessus, le point MIP_{AX} se trouve au port d'interface X du côté A de l'élément NE, le point MIP_{ZY} se trouve au port d'interface Y du côté Z de l'élément NE, le point $MIP_{AX'}$ se trouve au port d'interface X' du côté A de l'élément NE, et le point $MIP_{ZY'}$ se trouve au port d'interface Y' du côté Z de l'élément NE.

Le point MIP_{AX} est la moitié d'un point MIP en aval. Il peut répondre à un flux OAM provenant du côté A et dirigé vers lui. Il ne peut répondre à un flux OAM provenant du côté Z, même s'il est dirigé vers lui.

Le point MIP_{ZY} est la moitié d'un point MIP en aval. Il peut répondre à un flux OAM provenant du côté Z et dirigé vers lui. Il ne peut répondre à un flux OAM provenant du côté A, même s'il est dirigé vers lui.

Le point $MIP_{AX'}$ est un point MIP complet, qui comprend la moitié d'un point MIP en aval et la moitié d'un point MIP en amont. Il peut répondre à un flux OAM provenant du côté A et dirigé vers lui. Il peut également répondre à un flux OAM dirigé vers lui et qui provient du côté Z, et traverse la fonction de connexion.

Le point $MIP_{ZY'}$ est un point MIP complet, qui comprend la moitié d'un point MIP en aval et la moitié d'un point MIP en amont. Il peut répondre à un flux OAM provenant du côté Z et dirigé vers lui. Il peut également répondre à un flux OAM dirigé vers lui, provenant du côté A et traversant la fonction de connexion.

6.5 Point MEP serveur

Un point MEP serveur est un point MEP d'un groupe MEG qui est:

- soit défini dans un réseau de couche qui se trouve "au-dessous", c'est-à-dire qu'il encapsule et transporte le réseau de couche MPLS-TP référencé;
- soit défini dans une sous-couche du réseau de couche MPLS-TP qui se trouve "au-dessous", à savoir qu'il encapsule et transporte la sous-couche référencée.

Un point MEP serveur peut coïncider avec un point MIP ou un point MEP du réseau de (sous-) couche MPLS-TP client.

Un point MEP serveur fournit également des indications OAM sur la couche serveur à la fonction d'adaptation serveur/MPLS-TP. La fonction d'adaptation maintient l'état sur le mappage des connexions MPLS-TP qui sont créées sur ce chemin de la (sous-)couche serveur.

Le point MEP serveur est censé utiliser des mécanismes OAM propres à sa (sous-)couche.

7 Fonctions OAM

7.1 Identification de paquets OAM provenant de paquets de trafic d'utilisateurs

Afin d'assurer une commande opérationnelle appropriée, les éléments du réseau MPLS-TP échangent des paquets OAM qui suivent strictement le même trajet que les paquets de trafic d'utilisateur. Autrement dit, les paquets OAM sont soumis exactement aux mêmes systèmes de retransmission (réservation du même de sort, par exemple) que les paquets de trafic d'utilisateur. On peut distinguer ces paquets OAM des paquets de trafic d'utilisateur en utilisant les constructions de canal générique associé (G-ACh) et d'étiquette de canal G-ACh (GAL), telles qu'elles sont définies dans [IETF RFC 5586].

Le canal G-ACh est un mécanisme générique de canal de commande associé pour les sections, les trajets avec commutation par étiquette (LSP) et les pseudo-circuits, sur lesquels les messages OAM et d'autres messages de commande peuvent être échangés.

L'étiquette GAL est un mécanisme d'exception basé sur des étiquettes permettant d'alerter les routeurs périphériques utilisant des étiquettes/routeurs de commutation par étiquette (LER/LSR) de la présence d'un en-tête de canal associé (ACH) après le bas de la pile.

L'expiration de la durée de vie TTL est un autre mécanisme d'exception visant à alerter les routeurs LSR intermédiaires de la présence d'un paquet OAM devant être traité.

7.1.1 Canal G-ACh

Le canal associé générique (G-ACh) est analogue à la vérification de connectivité du circuit virtuel (VCCV). Il s'agit d'un canal de commande associé à un pseudo-circuit qui achemine des messages OAM et d'autres messages de commande, si ce n'est qu'il est générique et qu'il peut acheminer ces messages soit sur une section, soit sur un pseudo-circuit, soit sur un trajet LSP, soit encore sur une connexion en cascade.

Plus précisément, la vérification VCCV utilise un en-tête de canal associé (ACH) pour fournir un canal de commande associé au pseudo-circuit entre les points d'extrémité du pseudo-circuit, pour l'échange de messages OAM et d'autres messages de commande. Le canal G-ACh est un canal de commande associé qui généralise l'applicabilité de l'en-tête ACH aux trajets LSP et aux sections, tout en assurant la comptabilité avec le canal associé au pseudo-circuit. L'en-tête ACH, spécifié dans [IETF RFC 4385], peut être utilisé avec des points de code additionnels pour prendre en charge d'autres fonctions OAM sur le canal G-ACh et est commun aux sections, aux trajets LSP, aux pseudo-circuits et aux connexions en cascade. Le format du canal G-ACh est spécifié au paragraphe 8.1, conformément à [IETF RFC 5586].

7.1.2 Etiquette GAL

Une étiquette d'alerte G-ACh (GAL) est utilisée pour signaler par un fanion le canal G-ACh. Plus précisément, l'étiquette GAL sert à indiquer qu'un paquet contient un en-tête ACH suivi d'une charge utile autre qu'un service (c'est-à-dire la charge utile du paquet G-ACh), ce qui généralise le mécanisme de canal de commande associé aux trajets LSP, aux sections et aux connexions en cascade.

L'étiquette GAL fournit un mécanisme d'exception basé sur une alerte pour:

- différencier les paquets G-ACh (par exemple, OAM, DCC, APS, etc.) de ceux des paquets de trafic d'utilisateur;
- indiquer que l'en-tête ACH apparaît immédiatement après le bas de la pile d'étiquette.

L'une des valeurs d'étiquette réservées définies dans [IETF RFC 3032] est assignée à cette fin: la valeur d'étiquette réservée assignée est 13. L'étiquette GAL doit toujours se trouver au bas de la pile d'étiquettes (c'est-à-dire que le bit S est mis à 1). Le format de l'étiquette GAL est spécifié au paragraphe 8.1, conformément à [IETF RFC 5586].

7.2 Spécification des fonctions OAM

Tableau 7-1 – Fonctions OAM

Application	Fonction OAM	
Gestion des dérangements	Proactive	Contrôle de continuité et de vérification de la connectivité (CC/CV)
		Indication de défaut à distance (RDI)
		Signal d'indication d'alarme (AIS)
		Défaillance du signal côté client (CSF) ⁴
	A la demande	Vérification de connectivité (CV)
		Test de diagnostic (DT)
Signal d'état verrouillé (LCK) ⁵		
Gestion de la qualité de fonctionnement	Proactive	Mesure des pertes (LM)
		Mesure du temps de transmission (DM)
	A la demande	Mesure des pertes (LM)
		Mesure du temps de transmission (DM)
Autres Applications	Commutation de protection automatique (APS)	
	Canal de communication de gestion/canal de communication de signalisation (MCC/SCC)	
	Propre au vendeur (VS)	
	Expérimental (EXP)	

7.2.1 Fonctions OAM pour la gestion des dérangements

7.2.1.1 Fonctions OAM proactives pour la gestion des dérangements

7.2.1.1.1 Contrôle de continuité et vérification de la connectivité

Le point MEP source envoie périodiquement des paquets OAM de contrôle de continuité (CC)/vérification de la connectivité (CV) au débit configuré. Le point MEP puits surveille l'arrivée de ces paquets OAM CC/CV au débit configuré et détecte le défaut de perte de continuité (LOC).

Les défauts de vérification de la connectivité suivants sont également détectés à l'aide de cette fonction:

- a) Erreur d'association: connectivité imprévue entre deux groupes MEG.
- b) Point MEP inattendu: connectivité imprévue à l'intérieur du groupe MEG avec un point MEP inattendu.

Cette fonction permet également de détecter le défaut de configuration suivant:

- a) Période inattendue: les paquets OAM CC/CV sont reçus avec une valeur de champ de la période qui est différente du débit du paquet OAM CC/CV configuré.

⁴ Dans [IETF RFC 5860], la défaillance du signal côté client (CSF) est appelée indication de défaillance côté client.

⁵ Dans [IETF RFC 5860], le signal d'état verrouillé (LCK) est appelé signalisation de verrouillage.

Les fonctions CC/CV sont principalement utilisées pour la gestion des dérangements, la surveillance de la qualité de fonctionnement et la commutation de protection. Un point MEP transmet périodiquement le paquet OAM CC/CV proactif à la période d'émission configurée. Dans les réseaux de transport, les périodes d'émission par défaut suivantes sont définies:

- a) 3,33 ms: période d'émission par défaut pour l'application de commutation de protection (vitesse de transmission de 300 paquets/seconde).
- b) 100 ms: période d'émission par défaut pour l'application de surveillance de la qualité de fonctionnement (vitesse de transmission de 10 paquets/seconde).
- c) 1 s: période d'émission par défaut pour l'application de gestion des dérangements (vitesse de transmission de 1 paquet/seconde).

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.

7.2.1.1.2 Indication de défaut à distance

L'indication de défaut à distance (RDI) est un indicateur transmis par un point MEP pour communiquer à son point MEP homologue qu'il existe un état de défaillance du signal. Lorsqu'un point MEP détecte un état de défaillance du signal, il envoie une indication RDI à son point MEP homologue.

L'indication RDI n'est utilisée que pour les connexions bidirectionnelles et est associée à l'activation CC/CV proactive.

7.2.1.1.3 Indication d'alarme

La fonction d'indication d'alarme (AI) est principalement utilisée pour supprimer les alarmes faisant suite à la détection d'états de défaut au niveau de la (sous-) couche serveur. Lorsqu'un point MEP serveur détermine une perte LOC ou une défaillance du signal, il positionne un fanion qui donne lieu à la création de paquets OAM contenant des informations de signal d'indication d'alarme (AIS) qui sont retransmises vers l'aval au point MEP puits au niveau de la (sous-)couche client, ce qui permet de supprimer les alarmes secondaires (LOC, etc.) au niveau de la (sous-)couche client.

7.2.1.1.4 Signal d'état verrouillé

La fonction de signal d'état verrouillé (LCK) sert à communiquer aux points MEP de la (sous-)couche client le verrouillage administratif d'un point MEP de la (sous-)couche serveur et l'interruption en conséquence de la retransmission du trafic de données dans la (sous-)couche client. Cette fonction permet à un point MEP de la (sous-) couche client qui reçoit des paquets contenant des informations de verrouillage LCK de différencier un état de défaut et une action de verrouillage administratif au niveau du point MEP de la (sous-)couche serveur. A titre d'exemple d'application qui nécessiterait un verrouillage administratif d'un point MEP, on peut citer le test de diagnostic hors service décrit au paragraphe 7.2.1.2.2.

Lorsqu'un point MEP serveur est verrouillé administrativement, il positionne un fanion qui aboutit à la création de paquets OAM contenant des informations de verrouillage LCK, qui sont retransmises en aval et en amont vers les points MEP de la (sous-)couche client, jusqu'à ce que l'état de verrouillage administratif soit supprimé (voir la Figure 7-1).

NOTE – Lorsqu'un point MEP serveur est verrouillé administrativement, la (sous-)couche serveur est bloquée et ne peut acheminer le trafic d'utilisateur. Le point MEP source serveur empêche tout le trafic de la (sous-)couche client reçu en amont d'être retransmis sur la (sous-)couche serveur. Toutefois, il permet d'envoyer sur la (sous-)couche serveur les paquets LCK de la (sous-)couche client générés localement. Le point MEP puits serveur empêche tout le trafic de la (sous-)couche client reçu du groupe MEG de la couche serveur d'être retransmis en aval.

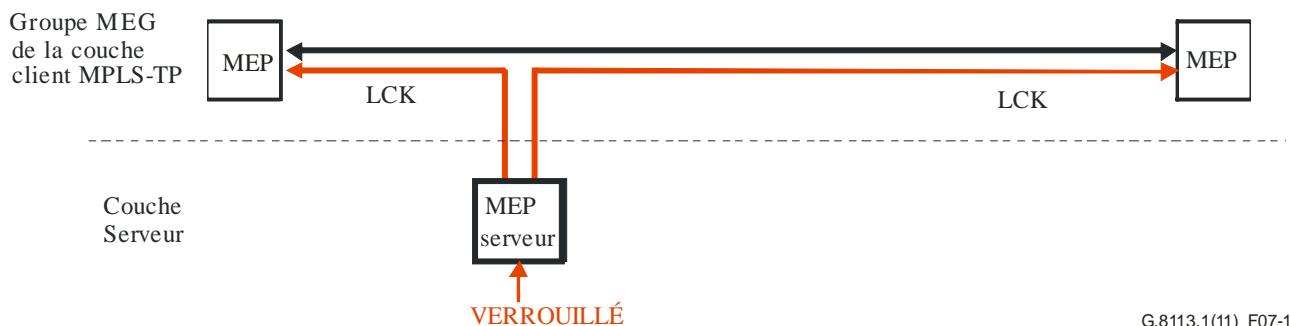


Figure 7-1 – Exemple de transmission de signal LCK

7.2.1.1.5 Défaillance du signal côté client

Cette fonction sert à traiter les défauts côté client et à transmettre un défaut du signal côté client au point MEP distant associé au moyen de paquets OAM. Elle est généralement utilisée lorsque le client du chemin MPLS-TP ne prend pas en charge un mécanisme natif d'indication de défaut/d'alarme.

7.2.1.2 Fonctions OAM à la demande pour la gestion des dérangements

7.2.1.2.1 Vérification de la connectivité

La vérification de la connectivité (CV) à la demande permet de détecter des défaillances sur le trajet lors de la recherche d'anomalies. La fonction CV à la demande peut servir à vérifier la connectivité soit dans la totalité du groupe MEG (de bout en bout), soit juste entre un point MEP et un point MIP spécifique. Lorsque la fonction CV à la demande est invoquée à un point MEP, un paquet de demande de vérification OAM CV est envoyé du point MEP vers le point MIP ou MEP cible situé dans le groupe MEG. Le point MEP d'origine s'attend à recevoir un paquet OAM contenant les informations de réponse CV en provenance du point MIP ou MEP cible. Dès réception des informations du paquet de demande de vérification OAM CV, le point MIP ou MEP de réception les valide et transmet un paquet OAM avec des informations de réponse CV au point MEP d'origine.

7.2.1.2.2 Test de diagnostic

La fonction de test de diagnostic (DT) sert à effectuer des tests de diagnostic (vérification du débit utile dans la largeur de bande, perte de paquets, estimation des erreurs binaires, etc.) en envoyant des paquets de test de diagnostic OAM dans une direction du groupe MEG.

- a) Lorsqu'un test hors service est effectué, le point MEP source configuré pour le test hors service transmet des paquets LCK pour supprimer les alarmes secondaires; le trafic de données du client est perturbé dans le groupe MEG et les paquets de test de diagnostic OAM sont envoyés pour réaliser cette fonction.

NOTE – Lorsque le test hors service est effectué, le point MEP génère également des paquets LCK, au niveau de la (sous-)couche client immédiate dans le même sens que celui dans lequel les paquets DT sont transmis (voir la Figure 7-1). Il faut en tenir compte lorsqu'on effectue des tests de mesure du débit utile.

- b) Lorsque la fonction de test en service est effectuée, le trafic de données ne devrait pas être perturbé et les paquets de test de diagnostic OAM doivent être transmis de façon à utiliser une partie limitée de la largeur de bande de service.

NOTE – Lorsque le test en service est effectué, les paquets DT peuvent avoir une incidence sur le trafic de données.

Lorsque la fonction de test de diagnostic est invoquée sur un point MEP, un générateur de signaux de test associé au point MEP peut transmettre des paquets de test de diagnostic OAM aussi souvent que la configuration du générateur de signaux de test. Chaque paquet DT est transmis avec un numéro de séquence spécifique. Un numéro de séquence différent doit être utilisé pour chaque

paquet DT et aucun numéro de séquence émanant du même point MEP ne peut être répété dans un délai d'une minute.

Lorsqu'un point MEP reçoit des paquets de test de diagnostic OAM, il les examine pour s'assurer qu'ils sont valides. Si le point MEP de réception est configuré pour la fonction de test de diagnostic, le détecteur de signaux de test associé au point MEP détecte les erreurs sur les bits de la séquence binaire pseudo-aléatoire des paquets DT reçus et signale ces erreurs. En outre, lorsque le point MEP de réception est configuré pour un test hors service, il génère également des paquets LCK au niveau de la (sous-)couche client dans le sens dans lequel les paquets DT sont reçus.

7.2.2 Fonctions OAM pour la surveillance de la qualité de fonctionnement

7.2.2.1 Fonctions OAM proactives pour la surveillance de la qualité de fonctionnement

7.2.2.1.1 Mesure des pertes proactive

La fonction proactive de mesure des pertes sert à la surveillance de la qualité de fonctionnement. Elle est mise en œuvre en permanence et ses résultats sont utilisés pour vérifier la qualité de fonctionnement de la connexion par rapport à l'accord de niveau de service (SLA). Cette fonction est utilisée pour mesurer la perte de paquets sur une connexion. Pour mettre en œuvre la fonction de mesure des pertes (LM), le point MEP envoie périodiquement des paquets OAM avec des informations LM au point MEP homologue et reçoit de la même façon des paquets contenant des informations LM en provenance du point MEP homologue. Chaque point MEP effectue les mesures des pertes de paquets qui contribuent à la durée d'indisponibilité. Étant donné qu'un service bidirectionnel est défini comme étant indisponible si l'un des deux sens est déclaré indisponible, la fonction LM doit permettre à chaque point MEP d'effectuer des mesures de perte de paquets à l'extrémité proche et à l'extrémité éloignée.

NOTE – Pour un point MEP, la perte de paquets à l'extrémité proche désigne la perte de paquets associée aux paquets de données d'entrée, tandis que la perte de paquets à l'extrémité éloignée désigne la perte de paquets associée aux paquets de données de sortie. Les deux mesures de perte de paquets à l'extrémité proche et à l'extrémité éloignée contribuent respectivement aux secondes avec beaucoup d'erreurs à l'extrémité proche (secondes SES à l'extrémité proche) et aux secondes avec beaucoup d'erreurs à l'extrémité éloignée (secondes SES à l'extrémité éloignée), qui, ensemble, contribuent à la durée d'indisponibilité, comme indiqué dans [UIT-T G.826] et dans [UIT-T G.7710].

7.2.2.2 Fonctions OAM à la demande pour la surveillance de la qualité de fonctionnement

7.2.2.2.1 Mesure des pertes à la demande

La fonction de mesure des pertes (LM) à la demande est utilisée aux fins de la maintenance. Elle est mise en œuvre pendant un intervalle de temps spécifique qui est configuré et les résultats qu'elle permet d'obtenir peuvent être utilisés pour le diagnostic et l'analyse. Cette fonction sert à mesurer la perte de paquets sur une connexion. Pour mettre en œuvre la fonction LM, le point MEP envoie des paquets OAM contenant des informations LM au point MEP homologue et reçoit de la même façon des paquets contenant des informations LM en provenance du point MEP homologue. Chaque point MEP effectue des mesures des pertes de paquets, mais ces mesures ne contribuent pas aux secondes SES et à la durée d'indisponibilité de la connexion.

Pour un point MEP, la perte de paquets à un point proche désigne la perte de paquets associée aux paquets de données d'entrée, tandis que la perte de paquets à l'extrémité éloignée désigne la perte de paquets associée aux paquets de données de sortie.

7.2.2.2.2 Mesure du temps de transmission à la demande

La fonction de mesure du temps de transmission (DM) à la demande est utilisée pour la maintenance. Elle est effectuée pendant un intervalle de temps spécifique configuré et les résultats qu'elle permet d'obtenir peuvent servir au diagnostic et à l'analyse. Cette fonction est utilisée pour mesurer le temps de transmission des paquets et la variation du temps de transmission des paquets

sur une connexion. La fonction DM peut être mise en œuvre de deux manières: dans un seul sens et dans les deux sens.

Lorsqu'un point MEP est invité à mettre en œuvre la fonction de mesure du temps de transmission à la demande (DM), il envoie périodiquement des paquets DM contenant des informations DM (par exemple, des marqueurs temporels) au point MEP homologue. Il s'attend également à recevoir des paquets contenant des informations DM en provenance du point MEP homologue. Les mesures du temps de transmission des paquets (PD) et de la variation du temps de transmission des paquets (PDV) sont effectuées à partir des informations DM se trouvant dans les paquets DM. Les mesures brutes individuelles du temps de transmission PD et de la variation PDV, et non pas les statistiques récapitulatives, seront communiquées au système de maintenance ou effectuées à des fins d'analyse et de diagnostic.

En ce qui concerne le traitement, les modalités de mise en œuvre de la fonction DM à la demande sont analogues à celles de la fonction DM proactive.

7.2.3 Autres fonctions

7.2.3.1 Communications de commutation de protection automatique (APS)

Les communications de commutation de protection automatique (APS) permettent à des nœuds MPLS-TP d'échanger la commande de commutation de protection via le canal associé généralisé (G-ACh).

L'utilisation spécifique des communications APS n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

7.2.3.2 Canal de communication de gestion/canal de communication de signalisation

Le canal de communication de gestion (MCC) et le canal de communication de signalisation (SCC) permettent à des nœuds MPLS-TP d'échanger des messages dans le plan de gestion et le plan de commande via le canal associé généralisé (G-ACh).

L'utilisation spécifique des canaux MCC et SCC n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

NOTE – Les canaux MCC et SCC du réseau MPLS-TP MCC sont définis dans [UIT-T G.7712] et dans [IETF RFC 5718].

7.2.3.3 Fonctions propres au fournisseur

Les fonctions propres au fournisseur (VS) peuvent être utilisées par un fournisseur pour tous ses équipements. L'interopérabilité des fonctionnalités propres au fournisseur n'est pas censée être assurée entre équipements issus de fournisseurs différents.

Le protocole est conçu de manière à permettre à différents protocoles propres au fournisseur d'être différenciés/séparés des protocoles types et des protocoles expérimentaux ainsi que d'autres protocoles propres au fournisseur.

L'application spécifique des fonctions propres au fournisseur n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

7.2.3.4 Fonctions expérimentales

Les fonctions expérimentales (EXP) peuvent être utilisées temporairement à l'intérieur d'un domaine administratif. L'interopérabilité des fonctionnalités expérimentales n'est pas censée être assurée dans différents domaines administratifs.

Le protocole est conçu de manière à permettre à différents protocoles expérimentaux d'être différenciés/séparés des protocoles types et des protocoles propres au fournisseur ainsi que d'autres protocoles expérimentaux.

L'application spécifique des fonctions expérimentales n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

8 Formats des paquets OAM

8.1 Paquets OAM communs

Le format de l'étiquette GAL est décrit sur la Figure 8-1 ci-dessous:

1								2								3								4							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Etiquette (13)																TC		S	TTL												

Figure 8-1 – Format des étiquettes GAL

La valeur de l'étiquette GAL est 13, comme indiqué dans [IETF RFC 5586].

Le champ classe de trafic (TC) (connu auparavant sous le nom de champ EXP) de l'entrée de pile d'étiquettes (LSE) contenant l'étiquette GAL est conforme à la définition et aux règles de traitement fixées et mentionnées dans [IETF RFC 5462].

Le bit S est mis à 1. L'étiquette GAL se trouve toujours au bas de la pile d'étiquettes.

Le champ durée de vie (TTL) de l'entrée LSE qui contient l'étiquette GAL DOIT être mis au moins à 1 et être conforme à la définition ainsi qu'aux règles de traitement fixées dans [IETF RFC 3443].

Le format de l'en-tête de canal associé est décrit sur la Figure 8-2 ci-dessous:

1				2				3				4			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0001				Version(0)				Réservé (0)				Type de canal			

Figure 8-2 – Format de l'en-tête ACh

Le premier quartet est mis à 0001b pour indiquer un canal de commande associé à un pseudo-circuit, à un trajet LSP ou à une section, comme indiqué dans [IETF RFC 5586].

Le champ Version est mis à 0, conformément à [IETF RFC 5586].

Le champ Réservé est mis à 0 et est ignoré à la réception, comme indiqué dans [IETF RFC 5586].

Le type de canal indique le protocole OAM spécifique acheminé dans le canal de commande associé.

Le registre de valeurs du type de canal attribué est tenu à jour par l'IANA [b-IANA PW Reg]. Les valeurs utilisées dans la présente Recommandation sont décrites dans le Tableau 8-1 ci-dessous:

Tableau 8-1 – Valeurs du type de canal

Valeur du type de canal	Description	Paragraphe de référence
0x0001	Canal de communication de gestion (MCC)	8.3
0x0002	Canal de communication de signalisation (SCC)	8.4
0x8902	Fonction OAM basée sur la Recommandation UIT-T G.8113.1	8.2

8.2 Formats des unités PDU OAM fondés sur [UIT-T G.8013]

Le présent paragraphe décrit les éléments d'information et les formats concernant différents types d'unité PDU OAM utilisés pour satisfaire aux prescriptions des fonctions OAM décrites au paragraphe 7 et tirées de [UIT-T G.8013].

Dans le cadre des fonctions OAM des réseaux MPLS-TP [IETF RFC 6371], on différencie les paquets OAM des paquets de données d'utilisateur au moyen de la structure G-ACh (voir le paragraphe 7.1). Ces paquets OAM sont adressés aux points MEP ou MIP à l'aide des mécanismes de retransmission MPLS existants (c'est-à-dire l'empilage d'étiquettes et l'expiration de la durée de vie (TTL). En conséquence, il est possible de réutiliser les unités PDU OAM définies dans [UIT-T G.8013] dans le réseau MPLS-TP et de les encapsuler dans le canal G-ACh.

Un seul type de canal ACH (0x8902) est requis pour identifier la présence de l'unité PDU OAM. A l'intérieur de l'unité PDU OAM, le champ OpCode, défini dans [UIT-T G.8013], identifie l'unité PDU OAM spécifique, comme indiqué sur la Figure 8-3 ci-dessous:

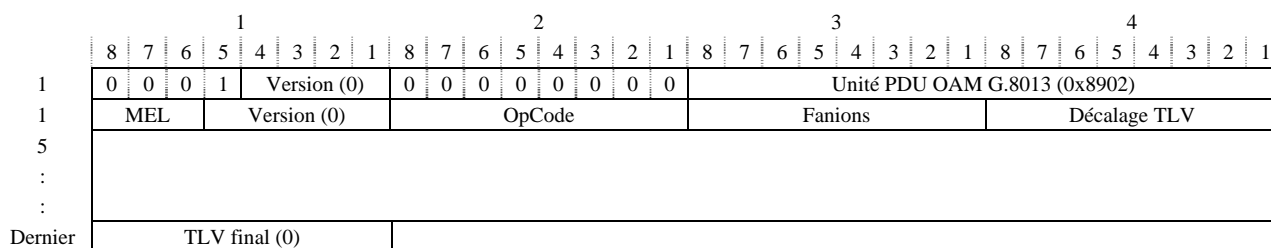


Figure 8-3 – Format de paquet OAM commun fondé sur [UIT-T G.8013]

Le champ MEL est configurable. Il est mis à la valeur par défaut "111" lors de la transmission et sa conformité à [UIT-T G.8013] est vérifiée à la réception.

Le champ OpCode identifie le type d'unité PDU OAM. Le registre des valeurs OpCode attribuées est tenu à jour par l'UIT-T dans [UIT-T G.8013]. Les valeurs utilisées dans la présente Recommandation sont décrites dans le Tableau 8-2 ci-dessous:

Tableau 8-2 – Valeurs du champ OpCode

Valeur du champ OpCode	Type d'unité PDU OAM	Applicabilité du champ OpCode aux points MEP/MIP
1	CCM	Points MEP
3	LBM	Points MEP et MIP (vérification de connectivité)
2	LBR	Points MEP et MIP (vérification de connectivité)
33	AIS	Points MEP
35	LCK	Points MEP
37	TST	Points MEP
39	APS	Points MEP
43	LMM	Points MEP
42	LMR	Points MEP
45	IDM	Points MEP
47	DMM	Points MEP
46	DMR	Points MEP
49	EXM	Sort du cadre de la présente Recommandation
48	EXR	Sort du cadre de la présente Recommandation
51	VSM	Sort du cadre de la présente Recommandation
50	VSR	Sort du cadre de la présente Recommandation
52	CSF	Points MEP

La configuration de la version, des fanions et du décalage de triplets de type, longueur et valeur (TLV) est propre au champ OpCode et est décrite dans [UIT-T G.8013].

Le format générique des triplets TLV est défini sur la Figure 9.1-2 de [UIT-T G.8013].

Le Registre des valeurs du type attribuées est tenu à jour par l'UIT-T dans [UIT-T G.8013]. Les valeurs utilisées dans la présente Recommandation sont décrites dans le Tableau 8-3 ci-dessous:

Tableau 8-3 – Valeurs de type

Valeur de type	Nom du triplet TLV
0	TLV final
3	TLV de données
32	TLV de test
33	TLV d'identification de point MEP/MIP cible
34	TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse
35	TLV d'identification de point MEP de demande

8.2.1 Message de contrôle de continuité (CCM)

L'unité PDU de message CCM est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée à l'intérieur du réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut être utilisée pour prendre en charge les prescriptions fonctionnelles OAM des réseaux MPLS-TP suivantes:

- Contrôle de continuité proactif (paragraphe 2.2.2 de [IETF RFC 5860]).
- Vérification de connectivité proactive (paragraphe 2.2.3 de [IETF RFC 5860]).

- Indication de défaut à distance proactive (paragraphe 2.2.9 de [IETF RFC 5860]).
- Mesure de perte de paquets proactive (paragraphe 2.2.11 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter des unités PDU de messages CCM sont définies au paragraphe 9.1.1.

Afin de mettre en œuvre la vérification de connectivité proactive, le paquet CCM contient un identificateur globalement unique du point MEP source, qui est la combinaison d'un identificateur de groupe MEG globalement unique et d'un identificateur de point MEP qui est unique dans le cadre du groupe d'entité de maintenance.

Le format générique des identificateurs de groupe MEG est défini sur la Figure A de [UIT-T G.8013]. Différents formats d'identificateur de groupe MEG sont permis: le type de format d'identificateur de groupe MEG est identifié par le champ de format d'identificateur de groupe MEG.

Le format de l'identificateur de groupe MEG fondé sur l'indicatif ICC est défini dans l'Annexe A de [UIT-T G.8013]. Ce format est applicable aux sections MPLS-TP, aux trajets LSP et aux pseudo-circuits.

Le réseau MPLS-TP prend également en charge le format d'identificateur de groupe MEG fondé sur le protocole IP. Ces formats n'entrent pas dans le cadre de la présente version de la Recommandation⁶.

8.2.2 Bouclage OAM (LBM/LBR)

Les unités PDU de message de bouclage/réponse à un message de bouclage (LBM/LBR) sont définies dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elles sont encapsulées dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elles peuvent être utilisées pour prendre en charge les prescriptions fonctionnelles OAM du réseau MPLS-TP suivantes:

- Vérification de connectivité bidirectionnelle à la demande (paragraphe 2.2.3 de [IETF RFC 5860]).
- Test de diagnostic en service ou hors service bidirectionnel (paragraphe 2.2.5 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures applicables à la création et au traitement des unités PDU de message LBM et de réponse LBR sont définies au paragraphe 9.1.2.

Afin de permettre l'identification appropriée du point MEP/MIP cible auquel le message LBM est adressé, l'unité PDU de message LBM est tenue d'inclure le triplet TLV d'identification du point MEP/MIP cible: ce triplet TLV est toujours présent dans une unité PDU de message LBM et est toujours situé au sommet des triplets TLV (c'est-à-dire qu'il commence au niveau du décalage indiqué par le champ Décalage TLV).

Pour permettre l'identification appropriée du point MEP/MIP effectif qui a répondu à une unité PDU de message LBM, l'unité PDU de réponse LBR est tenue d'inclure le triplet TLV d'identification du point MEP/MIP de réponse: ce triplet TLV est toujours présent dans une unité PDU de réponse LBR et est toujours situé au sommet des triplets TLV (c'est-à-dire qu'il commence au niveau du décalage indiqué par le champ Décalage TLV).

NOTE – Afin de simplifier les réalisations utilisant des matériels, ces triplets TLV ont été définis de façon à avoir une position fixe (comme indiqué par le champ Décalage TLV) ainsi qu'une longueur fixe (voir le paragraphe 8.2.2.1).

⁶ Le format d'identificateur de groupe MEG fondé sur le protocole IP est en cours de définition par l'IETF: voir [b-IETF tp-id].

Il convient de noter que les identificateurs de point MEP/MIP utilisés dans l'identificateur de point MEP/MIP cible et dans les triplets TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse sont tenus d'être uniques dans le cadre du groupe MEG. Lorsque la fonction OAM du message LBM/de la réponse LBR est utilisée à des fins de vérification de la connectivité, on ne peut pas repérer aisément certains cas dans lesquels il y a absence de connectivité en se fondant simplement sur ces triplets TLV. Afin de localiser ces configurations d'absence de connectivité, l'unité PDU du message LBM peut acheminer un triplet TLV d'identification de point MEP de demande qui fournit une identification globalement unique du point MEP à l'origine de l'unité PDU du message LBM. Lorsque le triplet TLV d'identification de point MEP de demande est présent dans l'unité PDU de message LBM, le point MIP/MEP de réponse est tenu de vérifier que l'identificateur de point MEP de demande reçu correspond à l'identificateur de point MEP de demande attendu avant de répondre. En pareil cas, l'unité PDU de réponse LBR est tenue d'acheminer le triplet TLV d'identification MEP de demande, afin de confirmer au point MEP auquel l'unité PDU de réponse LBR est envoyée que le triplet TLV d'identification de point MEP de demande dans l'unité PDU de message LBM a été vérifié avant de répondre.

Lorsque la fonction OAM du message LBM/de la réponse LBR est utilisée pour des tests de diagnostic bidirectionnels, les triplets TLV d'identification de point MEP de demande ne sont jamais inclus.

Le format des unités PDU de message LBM et de réponse LBR est présenté sur les Figures 8-4 et 8-5.

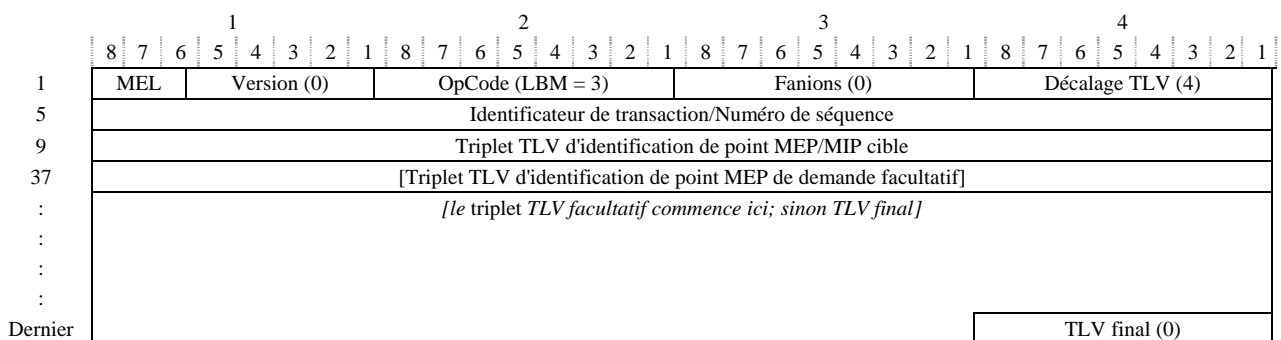


Figure 8-4 – Format de l'unité PDU de message LBM

Le triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible est toujours présent en tant que premier triplet TLV dans l'unité PDU de message LBM. Lorsqu'il est présent, le triplet TLV d'identification de point MEP de demande suit toujours le triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible dans l'unité PDU de message LBM.

NOTE – Lorsque le paquet LBM est envoyé à un point MIP cible, le point MEP source connaît le nombre de bonds vers le point MIP cible et initialise le champ TTL en conséquence, comme indiqué dans [IETF RFC 6371].

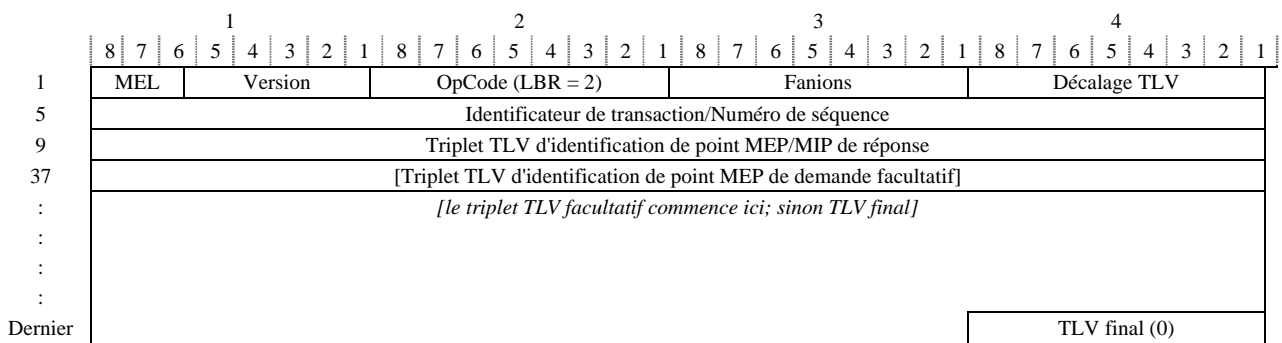


Figure 8-5 – Format de l'unité PDU de réponse LBR

Le triplet TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse est toujours présent en tant que premier triplet TLV dans l'unité PDU de réponse LBR. Lorsqu'il est présent, le triplet TLV d'identification de point MEP de demande suit toujours le triplet TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse dans l'unité PDU de réponse LBR.

8.2.2.1 Triplets TLV d'identification de point MEP/MIP cible et de réponse

Le format des triplets TLV d'identification de point MIP/MEP cible et de réponse est présenté sur les Figures 8-6 et 8-7.

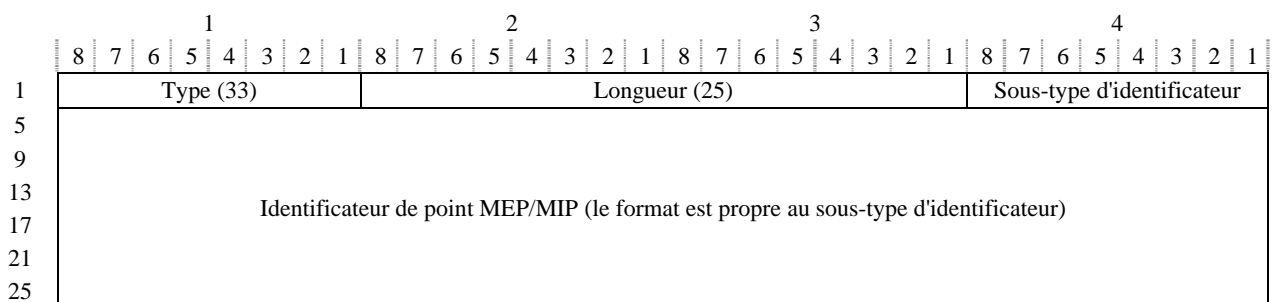


Figure 8-6 – Format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible

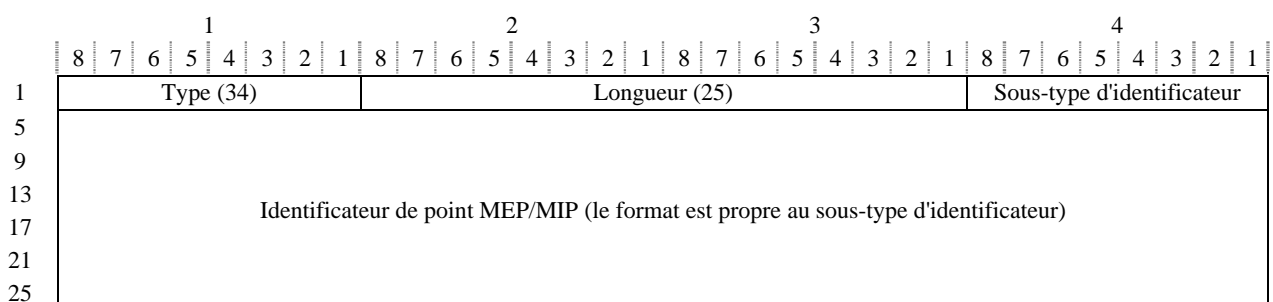


Figure 8-7 – Format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse

On peut définir différents formats d'identificateur de point MEP/MIP: le type de format est décrit par le champ sous-type d'identificateur de point MEP/MIP (voir le Tableau 8-4).

Tableau 8-4 – Valeurs du sous-type d'identificateur de point MEP/MIP

Sous-type d'identificateur	Nom d'identificateur de point MEP/MIP	Longueur d'identificateur de point MEP/MIP
0x00	Point MEP/MIP de nœud/d'entrée de découverte	0
0x01	Point MEP/MIP de sortie de découverte	0
0x02	Identificateur de point MEP fondé sur le code ICC	2 octets
0x03	Identificateur de point MIP fondé sur le code ICC	14 octets
0x04-0xFF	Réservé	

Les identificateurs "Point MEP/MIP de nœud/d'entrée de découverte" et "Point MEP/MIP de sortie de découverte" ne peuvent être utilisés que dans l'unité PDU du message LBM (et ne peuvent apparaître dans une unité PDU de réponse LBR) pour la découverte des identificateurs des points MEP ou MIP situés à une distance TTL donnée du point MEP à l'origine de l'unité PDU du message LBM.

Le format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible qui achemine un identificateur "Point MEP/MIP de nœud/d'entrée de découverte" est représenté sur la Figure 8-8.

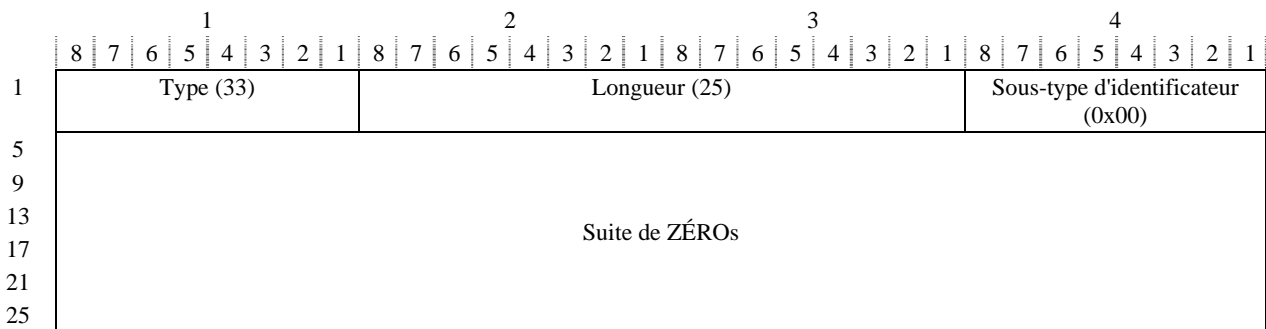


Figure 8-8 – Format de triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible (Point MEP/MIP d'entrée/de nœud de découverte)

Le format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible acheminant un "Point MEP/MIP de sortie de découverte" est représenté sur la Figure 8-9.

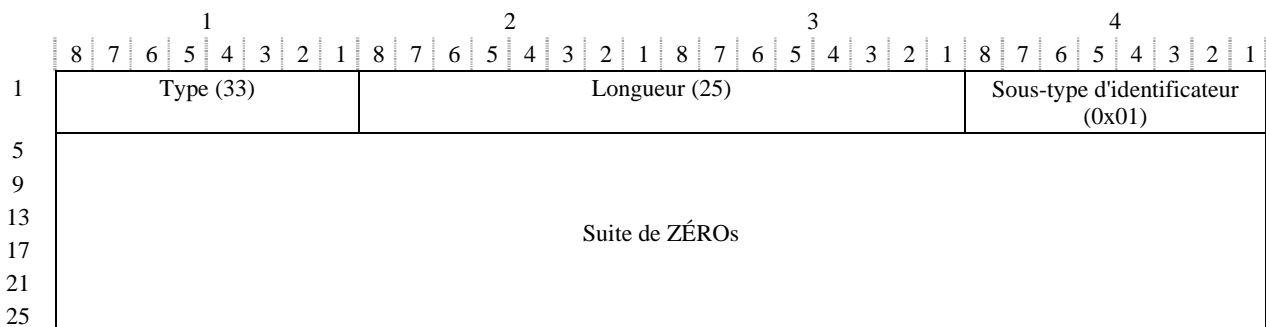


Figure 8-9 – Format de triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible (Point MEP/MIP de sortie de découverte)

Le format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP de réponse ou cible acheminant un "identificateur de point MEP fondé sur un code ICC" est représenté sur la Figure 8-10.

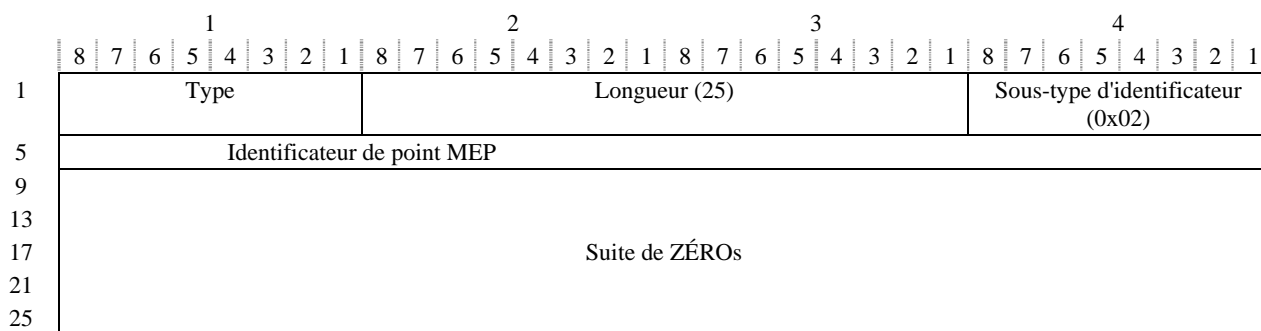


Figure 8-10 – Format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible ou de réponse (Identificateur de point MEP fondé sur un code ICC)

L'identificateur de point MEP est une valeur d'entier à 16 bits qui identifie le point MEP d'émission à l'intérieur du groupe MEG.

Le format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible ou de réponse acheminant un "identificateur de point MIP fondé sur un code ICC" est représenté sur la Figure 8-11.

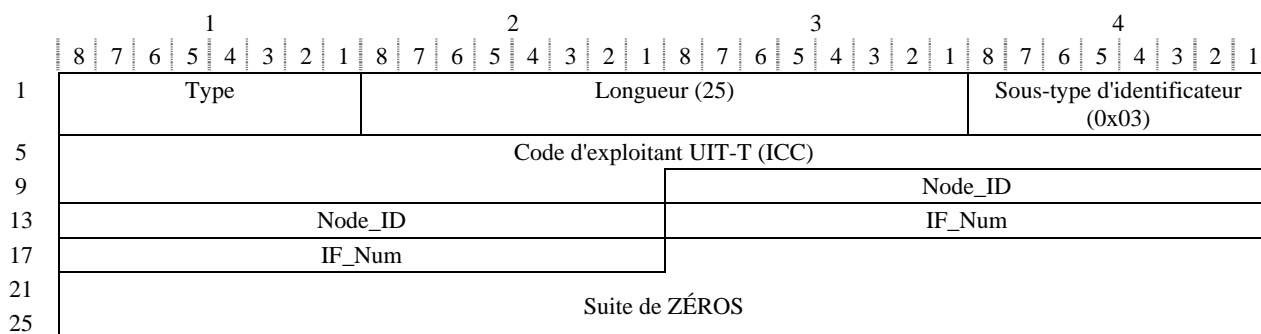


Figure 8-11 – Format du triplet TLV d'identification de point MEP/MIP cible ou de réponse (Identificateur de point MIP fondé sur un code ICC)

Le code d'exploitant UIT-T (ICC) est un code assigné à un opérateur de réseau/fournisseur de services qui est tenu à jour par le Bureau de la normalisation des télécommunications (TSB), conformément à [UIT-T M.1400].

L'identificateur Node_ID est un identificateur numérique du nœud dans lequel est situé le point MIP. Ses fonctions relèvent de l'organisation à laquelle le code ICC a été assigné, à condition que le caractère unique dans cette organisation soit garanti.

L'identificateur IF_Num est un identificateur numérique du point d'accès (AP) vers le chemin de la couche serveur, qui peut être soit une couche serveur MPLS-TP, soit une couche serveur autre que MPLS-TP, où est situé un point MIP par interface. Ses fonctions relèvent du nœud où est situé le point MIP, à condition que le caractère unique à l'intérieur de ce nœud soit garanti. A noter que la valeur 0 pour l'identificateur IF_Num est réservée de façon à identifier les points MIP par nœud.

Le réseau MPLS-TP prend également en charge le format fondé sur le protocole IP pour les identificateurs de point MIP et MEP. Ces formats n'entrent pas dans le cadre de la présente version de la Recommandation⁷.

8.2.2.2 Triplets TLV d'identification de point MEP de demande

Le format des triplets TLV d'identification de point MEP de demande est présenté sur la Figure 8-12.

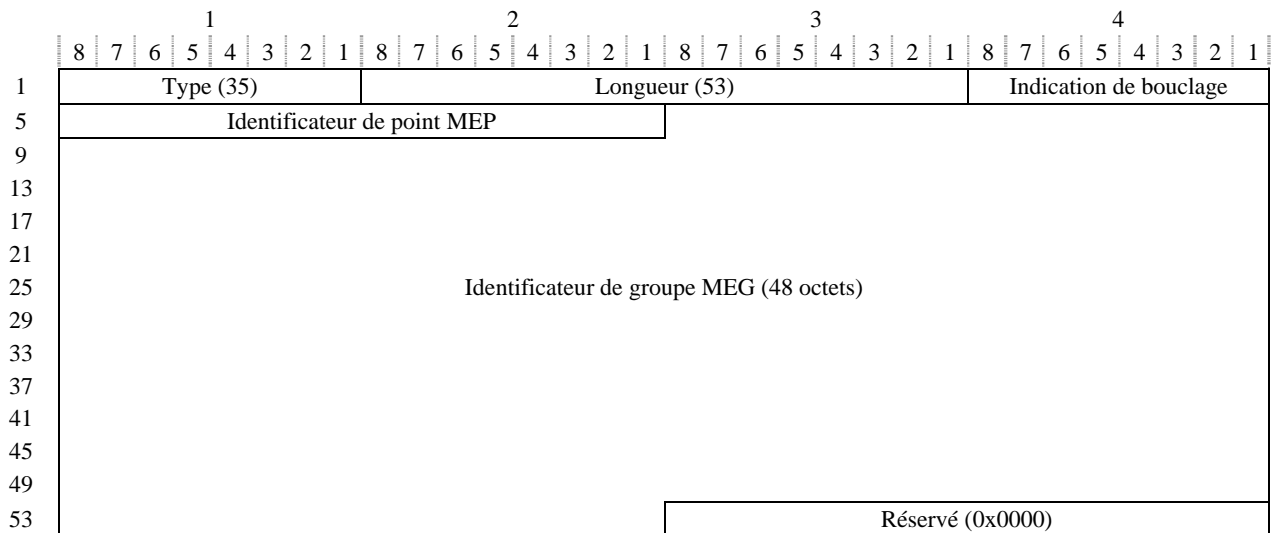


Figure 8-12 – Format du triplet TLV d'identification de point MEP de demande

L'identificateur de point MEP et l'identificateur de groupe MEG transportent l'identificateur de point MEP unique à l'échelle mondiale comme indiqué au paragraphe 8.2.1.

Les bits réservés sont réglés à une suite de ZÉROS à l'émission et ignorés à la réception.

L'indication de bouclage est mise à 0x0000 lorsque ce triplet TLV est inséré dans une unité PDU de message de bouclage (LBM) et est mise à 0x0001 dans l'unité PDU de la réponse LBR. Cette indication sert à indiquer que la valeur de ce triplet TLV a été vérifiée par le nœud ayant généré l'unité PDU de la réponse LBR.

8.2.3 Signal d'indication d'alarme (AIS)

L'unité PDU du signal AIS est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut être utilisée pour prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP de signalisation d'alarme (paragraphe 2.2.8 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU du signal AIS sont définies au paragraphe 9.1.3.

8.2.4 Signal d'état verrouillé (LCK)

L'unité PDU de signal LCK est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut être utilisée pour prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP de signalisation de verrouillage (paragraphe 2.2.7 de [IETF RFC 5860]).

⁷ Le format fondé sur le protocole IP pour les identificateurs de point MIP et MEP est actuellement défini par l'IETF: voir [b-IETF tp-id].

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU du signal LCK sont définies au paragraphe 9.1.4.

8.2.5 Test (TST)

L'unité PDU de test TST est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut être utilisée pour prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP des tests de diagnostic unidirectionnels en service ou hors service (paragraphe 2.2.8 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU de test TST sont définies au paragraphe 9.1.5.

8.2.6 Message de mesure des pertes/réponse à un message de mesure des pertes (LMM/LMR)

Les unités PDU de message de mesure des pertes/réponse à un message de mesure des pertes (LMM/LMR) sont définies dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elles sont encapsulées dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elles peuvent être utilisées pour prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP de mesure des pertes de paquets à la demande (paragraphe 2.2.11 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU de message LMM et de réponse LMR sont définies au paragraphe 9.1.6.

8.2.7 Mesure du temps de transmission dans un seul sens (1DM)

L'unité PDU de mesure 1DM est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut être utilisée pour prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP de mesure du temps de transmission des paquets dans un seul sens à la demande (paragraphe 2.2.12 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU de mesure 1DM sont définies au paragraphe 9.1.7.

8.2.8 Mesure du temps de transmission dans les deux sens

Les unités PDU de message de mesure du temps de transmission/réponse à un message de mesure du temps de transmission (DMM/DMR) sont définies dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elles sont encapsulées dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elles peuvent servir à prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP de mesure du temps de transmission des paquets dans les deux sens à la demande (paragraphe 2.2.12 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU de message DMM/réponse DMR sont définies au paragraphe 9.1.8.

8.2.9 Défaillance du signal côté client (CSF)

L'unité PDU de défaillance CSF est définie dans [UIT-T G.8013]. Lorsqu'elle est encapsulée dans le réseau MPLS-TP, comme indiqué au paragraphe 8.2, elle peut servir à prendre en charge la prescription fonctionnelle OAM du réseau MPLS-TP d'indication de défaillance côté client (paragraphe 2.2.10 de [IETF RFC 5860]).

Les procédures à suivre pour générer et traiter les unités PDU de défaillance CSF sont définies au paragraphe 9.1.9.

8.2.10 Commutation de protection automatique (APS)

L'unité PDU de commutation APS prend en charge l'obligation de coordination de la commutation de protection des réseaux MPLS-TP.

Les formats communs des unités PDU de commutation APS sont définies dans [UIT-T G.8013]. Le format complet des unités PDU de commutation APS ainsi que les procédures associées n'entrent pas dans le cadre de [UIT-T G.8013] et de la présente Recommandation.

8.2.11 Message (OAM) expérimental/réponse à un message (OAM) expérimental (EXM/EXR)

Les unités PDU de message EXM/réponse EXR prennent en charge l'obligation d'assurer les fonctions expérimentales MPLS-TP.

Les formats communs des unités PDU de message EXM/réponse EXR sont définis dans [UIT-T G.8013]. Le format complet des unités PDU de message EXM/réponse EXR ainsi que les procédures connexes n'entrent pas dans le cadre de [UIT-T G.8013] et de la présente Recommandation.

8.2.12 Message OAM propre au fournisseur/réponse à un message OAM propre au fournisseur (VSM/VSR)

Les unités PDU de message VSM/réponse VSR prennent en charge l'obligation d'assurer les fonctions propres au fournisseur de réseaux MPLS-TP.

Les formats communs des unités PDU de message VSM/réponse VSR sont définis dans [UIT-T G.8013]. Le format complet des unités PDU de message VSM/réponse VSR ainsi que les procédures associées n'entrent pas dans le cadre de [UIT-T G.8013] et de la présente Recommandation.

8.3 Canal de communication de gestion (MCC)

Le format des paquets pour l'acheminement de la communication de gestion (c'est-à-dire de paquets MCC) sur un en-tête ACH ainsi que les procédures associées, sont définis dans [UIT-T G.7712] et [IETF RFC 5718].

8.4 Canal de communication de signalisation (SCC)

Le format des paquets pour l'acheminement de la communication de signalisation (c'est-à-dire de paquets SCC) sur un en-tête ACH et les procédures associées sont définis dans [UIT-T G.7712] et dans [IETF RFC 5718].

9 Procédures OAM des réseaux MPLS-TP

9.1 Procédures OAM du réseau MPLS-TP fondées sur les unités PDU UIT-T G.8013

Les procédures de haut niveau applicables au traitement des unités PDU OAM UIT-T G.8013 sont décrites dans [UIT-T G.8013]. Les procédures indépendantes de la technologie sont également applicables aux fonctions OAM des réseaux MPLS-TP.

Les procédures plus détaillées et formelles applicables au traitement des unités PDU OAM UIT-T G.8013 sont définies dans [UIT-T G.8021]. Bien que la description figurant dans [UIT-T G.8021] soit propre aux réseaux Ethernet, les procédures indépendantes de la technologie sont également applicables aux fonctions OAM des réseaux MPLS-TP.

Ce paragraphe décrit les procédures OAM des réseaux MPLS-TP fondées sur les procédures indépendantes de la technologie définies dans les Recommandations [UIT-T G.8013] et [UIT-T G.8021].

9.1.1 Procédures applicables au message de contrôle de continuité (CCM)

Le format de l'unité PDU du message CCM est défini au paragraphe 8.2.1.

Lorsque la génération d'un message CCM est activée, le point MEP génère des paquets OAM de messages CCM pour lesquels la périodicité et le comportement PHB sont configurés par l'opérateur:

- Le champ MEL est mis à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 01 (voir le paragraphe 8.2.1).
- Le fanion RDI est configuré, si le point MEP déclare le fichier du signal, sinon il est supprimé.
- Les fanions réservés sont mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.1).
- Le champ Période est réglé en fonction de la périodicité configurée (voir le Tableau 9-3 de [UIT-T Y.8013]).
- Le champ décalage TLV est mis à 70 (voir le paragraphe 8.2.1).
- Le champ numéro de séquence est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.1).
- Les champs identificateur de point MEP et identificateur de groupe MEG sont définis de manière à acheminer les valeurs configurées.
- Le champ TxFCf est initialisé avec la valeur actuelle du compteur pour les paquets de données conformes au profil transmises vers le point MEP homologue, lorsque la mesure des pertes proactive est activée, sinon ce champ est mis à 0.
- Le champ RxFCb est initialisé avec la valeur actuelle du compteur pour les paquets de données conformes au profil reçues du point MEP homologue, si la mesure des pertes proactive est activée, sinon ce champ est mis à 0.
- Le champ TxFCb est initialisé avec la valeur du champ TxFCf de la dernière unité PDU du message CCM reçu en provenance du point MEP homologue, si la mesure des pertes proactive est activée, sinon ce champ est mis à 0.
- Le champ réservé est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.1).
- Le TLV final est inséré après le champ réservé (voir le paragraphe 8.2.1).

NOTE 1 – La période de transmission du message CCM est toujours la période configurée et ne change pas, sauf si l'opérateur la reconfigure. Le champ période de l'unité PDU du message CCM est transmis avec une valeur de période de transmission configurée au niveau du point MEP d'émission.

Lorsqu'un point MEP reçoit un paquet OAM de message CCM, il vérifie les différents champs (voir la Figure 8-19 de [UIT-T G.8021]). Les défauts suivants sont détectés, comme indiqué au paragraphe 6.1 de [UIT-T G.8021]: défaut de perte de continuité (dLOC), défaut de niveau de groupe MEG inattendu (dUNL)⁸, défaut d'erreur d'association (dMMG), défaut de point MEP inattendu (dUNM), défaut de périodicité inattendue (dUNP), défaut de priorité inattendue (dUNPr) et défaut d'indication de défaut de distance (dRDI).

Si les champs Version, MEL, MEG et MEP sont valides et si la mesure des pertes proactive est activée, les valeurs des champs de compteurs de paquet seront traitées comme indiqué au paragraphe 8.1.7.4 de [UIT-T G.8021].

Le paquet de messages CCM permet également de mesurer la perte de paquet proactive aux deux extrémités pour les connexions de réseau MPLS-TP bidirectionnelles point à point avec le même routage.

Lorsqu'il est configuré pour la mesure des pertes proactive, un point MEP transmet périodiquement des paquets de messages CCM avec les éléments d'information suivants: TxFCf, RxFCb, TxFCb, comme indiqué ci-dessus.

⁸ Le défaut dUNL n'apparaîtra pas si la valeur par défaut pour le niveau MEL est utilisée.

Lorsqu'il est configuré pour la mesure des pertes proactive, un point MEP, dès réception d'un paquet de messages CCM, utilise les valeurs suivantes pour effectuer des mesures des pertes à l'extrémité éloignée et à l'extrémité proche:

- Valeurs des compteurs TxFCf, RxFCb et TxFCb des paquets de messages CCM reçus et valeur du compteur local RxFCI au moment où ce paquet de messages CCM a été reçu. Ces valeurs sont représentées sous la forme TxFCf[tc], RxFCb[tc], TxFCb[tc] et RxFCI[tc], où tc est l'heure de réception de la trame actuelle.
- Valeurs des compteurs TxFCf, RxFCb et TxFCb des paquets de messages CCM précédents et valeur du compteur local RxFCI au moment où le paquet de messages CCM précédent a été reçu. Ces valeurs sont représentées sous la forme TxFCf[tp], RxFCb[tp], TxFCb[tp] et RxFCI[tp], où tp est l'heure de réception du paquet précédent.

$$\text{perte de paquets}_{\text{extrémité éloignée}} = |\text{TxFCb[tc]} - \text{TxFCb[tp]}| - |\text{RxFCb[tc]} - \text{RxFCb[tp]}|$$

$$\text{perte de paquets}_{\text{extrémité proche}} = |\text{TxFCf[tc]} - \text{TxFCf[tp]}| - |\text{RxFCI[tc]} - \text{RxFCI[tp]}|$$

NOTE 2 – Pour la mesure des pertes aux deux extrémités, les compteurs ne comptent pas les paquets OAM à la demande pour LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, 1DM, TST et CCM. Toutefois, les paquets OAM proactifs pour la commutation APS sont comptés.

9.1.2 Procédures applicables au message de bouclage/à la réponse à un message de bouclage (LBM/LBR)

Les formats des unités PDU de message de bouclage/à la réponse à un message de bouclage (LBM/LBR) sont définis au paragraphe 8.2.2.

Lorsqu'une fonction de bouclage OAM hors-service est mise en œuvre, le trafic de données du client est perturbé dans l'entité ME faisant l'objet du diagnostic. Le point MEP configuré pour le test hors service transmet des paquets LCK dans la (sous-)couche client immédiate, comme indiqué au paragraphe 9.1.4.

Lorsqu'une fonction de bouclage OAM en service est mise en œuvre, le trafic de données du client n'est pas perturbé et les paquets contenant des informations LBM/LBR sont transmis de telle sorte qu'une partie limitée de la largeur de bande de service est utilisée. La périodicité des paquets contenant des informations LBM/LBR est déterminée au préalable.

NOTE 1 – Le débit maximal auquel les paquets contenant des informations LBR/LBM peuvent être envoyés sans que cela n'ait d'incidence négative sur le trafic de données du client pour une fonction LBR/LBM en service n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. Ce débit peut faire l'objet d'un accord mutuel entre l'utilisateur de la fonction LBM/LBR et l'utilisateur du service.

NOTE 2 – Il se peut que d'autres éléments d'information de configuration soient nécessaires, par exemple le débit de transmission des informations LBM/LBR, l'intervalle total du test, etc. Ces éléments d'information de configuration additionnels n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Les formats des unités PDU de message LBM/réponse LBR sont définis au paragraphe 8.2.2 et sont décrits de manière détaillée aux paragraphes 9.3 et 9.4 de [UIT-T G.8013].

Lorsque le bouclage OAM à la demande est activé au niveau d'un point MEP, le point MEP (de demande) génère et envoie à l'un des points MIP ou au point MEP homologue des paquets OAM de messages LBM, la périodicité et le comportement (de retransmission) par bond (PHB) étant configurés par l'opérateur:

- Le champ MEL est fixé à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 03 (voir le paragraphe 8.2.2).
- Le champ Fanions est réglé à une suite de ZÉROS (voir le paragraphe 8.2.2).
- Le champ Décalage TLV est mis à 4 (voir le paragraphe 8.2.2).

- Le champ Transaction est un champ à quatre octets qui contient l'identificateur de transaction/le numéro de séquence pour la mesure du bouclage.
- L'identificateur de point MEP/MIP cible est initialisé de façon à acheminer la valeur configurée.

NOTE 3 – Lorsqu'il met en œuvre une fonction de découverte, l'identificateur de point MEP/MIP cible est configuré de façon à être "le point MEP/MIP du nœud/de l'entrée de découverte" ou "le point MEP/MIP de sortie de découverte".

- Le triplet TLV d'identification du point de l'extrémité MEP d'origine est inséré s'il est configuré et est initialisé de manière à acheminer la valeur configurée.

NOTE 4 – Lorsqu'il met en œuvre une fonction de test de diagnostic bidirectionnel, l'identificateur de point MEP d'origine est configuré de façon à ne pas être envoyé.

- Champ TLV facultatif, dont la longueur et le contenu sont configurables au niveau du point MEP de demande. Le contenu peut être une séquence de test et une somme de contrôle facultative. Comme exemples de séquences de test, on peut citer la séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) telle qu'indiquée au paragraphe 5.8 de la Recommandation UIT-T O.150, la suite de "ZÉROS", etc. Pour l'application du test de diagnostic bidirectionnel, une configuration est nécessaire pour un générateur de signaux de test et un détecteur de signaux de test associé au point MEP.
- Le champ TLV final est réglé à une suite de ZÉROS (voir le paragraphe 8.2.2).

Chaque fois qu'un paquet de messages LBM valide est reçu par un point MIP (de réception) ou un point MEP (de réception), un paquet LBR est généré et transmis par le point MIP/MEP de réception au point MEP de demande:

- Le champ MEL est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ Version est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ OpCode est mis à 2 (voir le paragraphe 8.2.2).
- Le champ Fanions est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ décalage TLV est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ Transaction est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Les champs identificateur de point MEP/MIP cible et identificateur de point MEP d'origine sont mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ TLV facultatif est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.
- Le champ TLV final est inséré après le dernier champ TLV; il est mis à la valeur qui est copiée depuis la dernière unité PDU de message LBM reçue.

NOTE 5 – La période de transmission de la réponse LBR est toujours la même que la période du message LBM.

9.1.3 Procédures applicables au signal d'indication d'alarme (AIS)

Le format des unités PDU de signal AIS est décrit au paragraphe 8.2.3.

Lorsque le puits de terminaison du chemin de la couche serveur déclare une défaillance du signal, il en informe la fonction MT_A_Sk/serveur qui lance l'action aAIS en conséquence. L'action aAIS

prend fin lorsque la terminaison du chemin de la couche serveur supprime l'état de défaillance du signal et en informe le serveur/MT_A_Sk.

Lorsque l'action en conséquence aAIS est engagée, l'action MT_A_Sk/serveur génère de manière continue des paquets OAM MPLS-TP qui acheminent l'unité PDU du signal AIS jusqu'à ce que l'action en conséquence aAIS ait été supprimée:

- Le champ MEL est mis à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 33 (voir le paragraphe 8.2.3).
- Le champ Fanions réservés est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.3).
- Le champ Période est initialisé en fonction de la périodicité de configuration (voir le Tableau 9-4 de [UIT-T G.8013]).
- Le champ décalage TLV est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.3).
- Le champ TLV final est inséré après le champ décalage de triplet TLV (voir le paragraphe 8.2.3).

Il est recommandé de générer le signal AIS une fois par seconde.

Les paquets de signaux AIS générés sont insérés dans le flux entrant, c'est-à-dire que le flux de sortie contient les paquets entrants et les paquets de signaux AIS générés.

Lorsqu'un point MEP reçoit un paquet AIS ayant la valeur de niveau MEL correcte, il détecte le défaut de signal d'indication d'alarme (dAIS) comme indiqué au paragraphe 6.1 de [UIT-T G.8021].

9.1.4 Procédures applicables au signal d'état verrouillé (LCK)

Le format de l'unité PDU du signal LCK est décrit au paragraphe 8.2.4.

Lorsque l'accès au chemin de la couche serveur est verrouillé administrativement par l'opérateur, les fonctions serveur/MT_A_So et serveur/MT_A_Sk engagent l'action aLCK en conséquence. L'action aLCK est supprimée lorsque l'accès au chemin de la couche serveur est déverrouillé administrativement.

Lorsque l'action en conséquence aLCK est engagée, les fonctions serveur/MT_A_So et serveur/MT_A_Sk génèrent en permanence, dans les deux sens, des paquets OAM de réseau MPLS-TP qui acheminent l'unité PDU du signal LCK jusqu'à ce que l'action en conséquence aLCK soit supprimée:

- Le champ MEL est fixé à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 35 (voir le paragraphe 8.2.4).
- Le champ Fanions réservés est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.4).
- Le champ Période est initialisé en fonction de la périodicité de configuration (voir le Tableau 9-4 de [UIT-T G.8013]).
- Le champ décalage TLV est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.4).
- Le champ TLV final est inséré après le champ décalage de triplet TLV (voir le paragraphe 8.2.4).

Il est recommandé de générer le signal LCK une fois par seconde.

Lorsqu'un point MEP reçoit un paquet LCK ayant la valeur de niveau MEL correcte, il détecte le défaut dLCK comme indiqué au paragraphe 6.1 de [UIT-T G.8021].

9.1.5 Procédures de test (TST)

La fonction TST permet d'effectuer des tests de diagnostic dans un seul sens en service ou hors service à la demande entre une paire de points MEP homologues dans les connexions de réseaux MPLS-TP point à point. Cela consiste notamment à vérifier le débit utile de la largeur de bande, à détecter les erreurs binaires, etc.

Le format de l'unité PDU de la fonction TST est décrit au paragraphe 8.2.5 et est défini plus en détail au paragraphe 9.9 de [UIT-T G.8013].

Lorsqu'une fonction TST hors service est mise en œuvre, le trafic de données client est perturbé dans l'entité ME faisant l'objet du diagnostic. Le point MEP configuré pour le test hors service transmet des paquets LCK, comme indiqué au sous-paragraphe 9.1.4, dans la (sous-)couche client immédiate.

Lorsqu'une fonction TST en service est mise en œuvre, le trafic de données client n'est pas perturbé et les paquets contenant des informations TST sont transmis de telle sorte qu'une partie limitée de la largeur de bande de service est utilisée. La périodicité des paquets contenant des informations TST est déterminée au préalable.

NOTE 1 – Le débit maximal auquel les paquets contenant des informations TST peuvent être envoyés sans avoir de conséquences défavorables sur le trafic de données client pour un test TST en service n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. Il peut faire l'objet d'un accord mutuel entre l'utilisateur de la fonction MS-TST et l'utilisateur du service.

NOTE 2 – D'autres éléments d'information de configuration pourront être nécessaires, par exemple, le débit de transmission des informations TST, l'intervalle total du test, etc. Ces éléments d'information de configuration additionnels n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Un point MIP est transparent pour les paquets TST et n'a donc besoin d'aucune information de configuration pour prendre en charge les fonctionnalités TST.

Quand le test de diagnostic à la demande est activé au niveau d'un point MEP, il génère et émet périodiquement des paquets OAM de test TST au point MEP homologue dans la même entité ME. Le point MEP de réception détecte ces paquets de test TST et effectue les mesures prévues.

Le format de l'unité PDU du test TST est défini au paragraphe 8.2.5.

Le point MEP de demande génère et envoie les paquets OAM de test TST, la périodicité et le comportement PHB étant configurés par l'opérateur.

- Le champ MEL est fixé à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 37 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanions est réglé à une suite de ZÉROs.
- Le champ décalage TLV est mis à 4 (voir le paragraphe 8.2.5).
- Champ numéro de séquence: valeur de 4 octets contenant le numéro de séquence incrémenté successivement pour chaque unité PDU de message TST.
- Champ TLV de test: triplet TLV de test spécifié au paragraphe 8.2.5 et décrit à la Figure 9.3-4 de [UIT-T G.8013]. Triplet TLV de test dont la longueur et le contenu sont configurables au niveau du point MEP de demande. Le contenu peut être une séquence de tests et une somme de contrôle facultative. Comme exemples de séquence de tests, on peut citer la séquence binaire pseudo-aléatoire (PRBS) ($2^{31}-1$) comme indiqué au paragraphe 5.8 de la Recommandation UIT-T O.150, les suites de "0", etc.
- Le champ TLV final est réglé à une suite de ZÉROs.

9.1.6 Procédures applicables au message de mesure des pertes/à la réponse à un message de mesure des pertes (LMM/LMR)

La fonction de message de mesure des pertes/réponse à un message de mesure des pertes (LMM/LMR) permet de mesurer la perte de paquets à une seule extrémité à la demande pour les connexions MPLS-TP bidirectionnelles point à point.

Les formats des unités PDU de la fonction LMM/LMR sont décrits au paragraphe 8.2.6 et sont définis de manière détaillée aux paragraphes 9.12 et 9.13 de [UIT-T G.8013].

Lorsque la mesure de perte à la demande est activée au niveau d'un point MEP, le point MEP (c'est-à-dire le point MEP de demande) génère et envoie au point MEP homologue les paquets OAM de messages LMM, la périodicité et le comportement PHB étant configurés par l'opérateur.

- Le champ MEL est réglé à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 43 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanions est réglé à une suite de ZÉROs.
- Le champ décalage TLV est mis à 12 (voir le paragraphe 8.2.6).
- Le champ TxFCf est mis à la valeur actuelle du compteur pour les paquets de données conformes au profil transmis par le point MEP vers son point MEP homologue, au moment de la transmission des paquets de messages LMM.
- Les champs Réserve pour les fonctions RxFCf et TxFCb sont mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.6).
- Le champ TLV final est réglé à une suite de ZÉROs (voir le paragraphe 8.2). Aucun triplet TLV autre que le triplet TLV final n'est présent dans l'unité PDU de message LMM.

NOTE – Pour le message LMM/la réponse LMR, les compteurs ne comptent pas les paquets OAM à la demande pour LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, 1DM et TST, mais comptent effectivement les paquets de messages CCM et de commutation APS.

Un paquet LMM ayant un niveau de groupe MEG valide est considéré comme un paquet LMM valide. Un paquet LMM est rejeté s'il n'est pas valide. Chaque fois qu'un paquet LMM valide est reçu par un point MEP (c'est-à-dire le point MEP de réception) un paquet LMR est généré et transmis par le point MEP de réception vers le point MEP de demande de la façon suivante:

- Le champ MEL est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message LMM reçue.
- Le champ Version est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message LMM reçue.
- Le champ OpCode est mis à 42 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanions est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message LMM reçue.
- Le champ décalage TLV est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message LMM reçue.
- Le champ TxFCf est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message LMM reçue.
- Le champ RxFCf est mis à la valeur du compteur de paquets de données conformes au profil reçus par le point MEP (point MEP de réception) en provenance du point MEP homologue (point MEP de demande), au moment de la réception du dernier paquet de messages LMM en provenance de ce point MEP homologue.

- Le champ TxFCb est mis à la valeur du compteur de paquets de données conformes au profil transmis par le point MEP (point MEP de réception) vers son point MEP homologue (de demande) au moment de la transmission de paquets LMR.
- Le triplet TLV final est réglé à une suite de ZÉROs. Aucun triplet TLV autre que le triplet TLV final n'est présent dans l'unité PDU de réponse LMR.

Dès réception d'un paquet LMR, un point MEP (point MEP de demande) utilise les valeurs suivantes pour effectuer des mesures des pertes à l'extrémité proche (c'est-à-dire des pertes associées aux paquets de données d'entrée) et des mesures des pertes à l'extrémité éloignée (c'est-à-dire des pertes associées aux paquets de données de sortie):

- Valeurs TxFCf, RxFCf et TxFCb du paquet LMR reçu et valeur RxFCI du compteur local au moment où ce paquet LMR a été reçu. Ces valeurs sont représentées sous la forme de TxFCf[tc], RxFCf[tc], TxFCb[tc] et RxFCI[tc], où tc est l'heure de réception du paquet de réponse actuel.
- Valeurs TxFCf, RxFCf et TxFCb du paquet LMR précédent et valeur RxFCI du compteur local au moment où le paquet LMR précédent a été reçu. Ces valeurs seront représentées sous la forme de TxFCf[tp], RxFCf[tp], TxFCb[tp] et RxFCI[tp], où tp est l'heure de réception du paquet de réponse précédent.

$$\text{perte de paquets}_{\text{extrémité éloignée}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCf}[t_c] - \text{RxFCf}[t_p]|$$

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

9.1.7 Procédures applicables à la mesure du temps de transmission dans un seul sens (1DM)

La fonction 1DM permet de mesurer le temps de transmission des paquets dans un seul sens à la demande et la variation du temps de transmission des paquets pour des connexions MPLS-TP unidirectionnelles ou bidirectionnelles point à point.

Le format de l'unité PDU de la mesure 1DM est décrit au paragraphe 8.2.7 et est défini plus en détail au paragraphe 9.14 de [UIT-T G.8013].

Lorsqu'une mesure du temps de transmission des paquets à la demande est activée au niveau d'un point MEP, celui-ci génère et émet périodiquement des paquets OAM de mesure 1DM vers le point MEP homologue dans la même entité ME. Il s'attend également à recevoir des paquets OAM de mesure 1DM en provenance du point MEP homologue dans la même entité ME.

Le point MEP d'émission génère et envoie les paquets OAM de mesure 1DM, la périodicité et le comportement PHB étant configurés par l'opérateur:

- Le champ MEL est mis à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 45 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanion est réglé à une suite de ZÉROs.
- Le champ décalage TLV est mis à 16 (voir le paragraphe 8.2.7).
- Le champ TxTimeStampf est réglé sur le marqueur temporel au niveau de l'émission du paquet 1DM. Le format du champ TxTimeStampf est égal au format TimeRepresentation défini dans [IEC 61588].
- Le champ Réserve est réglé à ZÉRO;
- Le champ TLV final est réglé à une suite de ZÉROs (voir le paragraphe 8.2). Aucun triplet TLV autre que le triplet TLV final n'est présent dans l'unité PDU de mesure 1DM.

Dès réception d'un paquet 1DM valable, le point MEP de réception peut comparer la valeur de TxTimeStampf dans le paquet 1DM reçu avec RxTimef, à savoir l'heure à la réception du paquet 1DM, et calculer le temps de transmission des paquets dans un seul sens. Un paquet 1DM ayant un

niveau de groupe MEG valide est considéré comme un paquet 1DM valide. Le temps de transmission des paquets dans un seul sens est calculé de la façon suivante:

$$\text{Temps de transmission des paquets} = \text{RxTimef} - \text{TxFTimeStampf}$$

La mesure de la variation du temps de transmission des paquets est calculée sur la base de la différence entre les mesures ultérieures du temps de transmission des paquets.

On trouvera au paragraphe 8.2 de [UIT-T G.8013] des indications sur l'incidence de la synchronisation d'horloge sur la mesure du temps de transmission des paquets dans un seul sens.

9.1.8 Procédures applicables au message de mesure du temps de transmission/à la réponse à un message de mesure du temps de transmission dans les deux sens (DMM/DMR)

La fonction de message de mesure du temps de transmission/réponse à un message de mesure du temps de transmission (DMM/DMR) permet la mesure du temps de transmission des paquets dans les deux sens à la demande et de la variation du temps de transmission des paquets pour les connexions MPLS-TP bidirectionnelles point à point.

Les formats de l'unité PDU de la fonction DMM/DMR sont décrits au paragraphe 8.2.8 et sont définis de manière détaillée aux paragraphes 9.15 et 9.16 de [UIT-T G.8013].

Lorsque la mesure du temps de transmission des paquets dans les deux sens à la demande est activée au niveau d'un point MEP (point MEP de demande), celui-ci génère et émet périodiquement des paquets OAM de messages DMM à son point MEP homologue, dans la même entité ME, la périodicité et le comportement PHB étant configurés par l'opérateur:

- Le champ MEL est mis à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 47 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanion est réglé sur une suite de ZÉROS.
- Le champ décalage TLV est mis à 32 (voir le paragraphe 8.2.8).
- Le champ TxTimeStampf est réglé sur le marqueur temporel à l'émission du paquet DMM. Le format du champ TxTimeStampf est égal au format du champ TimeRepresentation décrit dans [IEC 61588].
- Le champ Réserve est réglé sur une suite de ZÉROS.
- Le champ TLV final est réglé sur une suite de ZÉROS (voir le paragraphe 8.2). Aucun triplet TLV autre que le triplet TLV final n'est présent dans l'unité PDU du message DMM.

Un paquet DMM ayant un niveau de groupe MEG valide est considéré comme un paquet DMM valide. Un paquet DMM est rejeté s'il n'est pas valide. Chaque fois qu'un paquet DMM valide est reçu par un point MEP (c'est-à-dire le point MEP de réception), un paquet DMR est généré et transmis par le point MEP de réception vers le point MEP de demande de la façon suivante:

- Le champ MEL est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message DMM reçue.
- Le champ Version est mis à la valeur copiée à partir de la dernière PDU du message DMM reçue.
- Le champ OpCode est mis à 46 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Fanion est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message DMM reçue.
- Le champ décalage TLV est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message DMM reçue.
- Le champ TxTimeStampf est mis à la valeur copiée à partir de la dernière unité PDU du message DMM reçue.

- Le champ RxTimeStampf est facultatif. S'il est utilisé, il est réglé sur le marqueur temporel de la réception DMM. S'il n'est pas utilisé, il est réglé sur une suite de ZÉROs.
- Le champ TxTimeStampb est facultatif. S'il est utilisé, il est réglé sur le marqueur temporel de la transmission DMR. S'il n'est pas utilisé, il est réglé sur une suite de ZÉROs.
- Le champ Réserve est réglé sur une suite de ZÉROs.
- Le champ TLV final est réglé sur une suite de ZÉROs. Aucun triplet TLV autre que le triplet TLV final n'est présent dans l'unité PDU de la réponse DMR.

Dès réception d'un paquet DMR, le point MEP de demande peut comparer la valeur du champ TxTimeStampf dans le paquet DMR reçu avec le champ RxTimeb, à savoir l'heure au moment de la réception du paquet DMR, et calculer le temps de transmission des paquets dans les deux sens de la façon suivante:

$$\text{Temps de transmission des paquets} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

Si les marqueurs temporels facultatifs sont acheminés dans le paquet DMR, qui est déterminé par les valeurs non nulles des champs RxTimeStampf et TxTimeStampb, on calcule de manière plus précise le temps de transmission des paquets dans les deux sens (c'est-à-dire en excluant le temps de traitement local au niveau du point MEP de réception) de la façon suivante:

$$\text{Temps de transmission des paquets} = (\text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}) - (\text{TxTimeStampb} - \text{RxTimeStampf})$$

On calcule la mesure de la variation du temps de transmission des paquets à partir de la différence entre les mesures ultérieures du temps de transmission des paquets.

9.1.9 Procédures applicables à la défaillance du signal côté client (CSF)

La fonction CSF est utilisée pour donner une indication, à partir de l'entrée d'une entité ME vers la sortie de la même entité ME, selon laquelle une défaillance du signal client d'entrée a été détectée. Elle est utilisée lorsque la couche client proprement dite ne prend pas en charge un mécanisme de suppression d'alarme, par exemple le signal AIS. Cette fonction prend en charge l'application décrite dans l'Appendice VIII de [UIT-T G.806].

Les paquets CSF contenant des informations CSF peuvent être émis par un point MEP, dès réception d'une information de défaillance du signal de réception en provenance de la couche client. Les règles de détection applicables aux événements de défaillance du signal client sont par définition propres au client et n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. Dès réception d'une indication de défaillance du signal de réception en provenance de la couche client, le point MEP peut immédiatement commencer à émettre des paquets CSF périodiques. Un point MEP continue de transmettre des paquets périodiques contenant des informations CSF, jusqu'à ce que l'indication de défaillance du signal de la couche client soit supprimée.

La transmission de paquets CSF peut être activée ou désactivée sur un point MEP. La période de création CSF est propre à la couche client et n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Dès réception d'un paquet CSF, un point MEP détecte l'état de défaillance du signal de la couche client et le transmet en tant qu'indication de défaillance du signal à la couche client.

Les conditions de suppression de la défaillance CSF sont propres à la couche client et n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Dès réception de la suppression de l'indication de défaillance du signal en provenance de la couche client, le point MEP communique cet état à son point MEP homologue:

- en mettant fin à la transmission des paquets CSF et en commençant à envoyer des unités PDU du client; ou

- en transmettant des paquets CSF contenant des informations d'indication de suppression de la défaillance du signal client (C-DCI).

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

Le format des unités PDU de la défaillance CSF est défini au paragraphe 8.2.9.

Le point MEP de demande génère et envoie les paquets OAM de la défaillance CSF, la périodicité et le comportement PHB étant configurés par l'opérateur.

- Le champ MEL est mis à la valeur configurée (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ Version est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ OpCode est mis à 52 (voir le paragraphe 8.2).
- Le champ fanions comprend:
 - des bits réservés qui sont réglés à une suite de ZÉROS;
 - le champ Type est réglé en fonction de la condition CSF (voir le Tableau 9-5 de [UIT-T G.8013]);
 - le champ période est configuré par l'opérateur.
- Le champ décalage TLV est mis à 0 (voir le paragraphe 8.2.9).
- Le champ TLV final est réglé à une suite de ZÉROS.

Annexe A

Fonctions OAM des réseaux MPLS-TP pour un réseau de transport en mode paquet (PTN) Déclaration d'applicabilité

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

On trouvera dans la présente annexe des options et des configurations de réseaux MPLS-TP dans une application de réseau de transport en mode paquet PTN.

- 1) Cette application vise à prendre en compte le déploiement de nœuds de transport employant de multiples technologies et susceptibles d'inclure les techniques de transport MPLS-TP, Ethernet, OTN (réseau de transport optique) et SDH (hiérarchie numérique synchrone).
- 2) Plusieurs couches de transport peuvent être prises en charge par un nœud commun.
- 3) Dans un réseau où les principales exigences sont dictées par la nécessité d'assurer une certaine homogénéité du point de vue des caractéristiques, des fonctionnalités et des processus opérationnels des réseaux de transport (SDH/OTN):
 - a) Il s'agit en particulier d'assurer la compatibilité avec le modèle actuel d'exploitation et de maintenance et de commutation de protection pour les réseaux SDH, OTN, Ethernet, c'est-à-dire de fournir les mêmes commandes et indications.
 - b) La compatibilité (homogénéité) signifie que le même modèle d'information de gestion doit être utilisé. Cela permet en effet de moderniser l'infrastructure du système d'appui à l'exploitation (OSS) dans laquelle il faut simplement reconnaître le nouveau type de technologie de réseau de couche.
 - c) L'objectif est de réduire au minimum les conséquences pour le personnel qui exploite le réseau de transport existant, par exemple en prévoyant des mises à niveau analogues à celles qui ont été organisées pour le passage des réseaux SDH aux réseaux OTN.
- 4) Les Recommandations [UIT-T G.7710], UIT-T G.806], [UIT-T G.808.1] et [b-UIT-T G.808.2] décrivent les caractéristiques communes (voir également [b-IETF RFC 5951] pour [UIT-T G-7710]).
- 5) Réseau de transport: réseau en mode connexion dont les connexions assurent la connectivité entre commutateurs de service.
- 6) A l'heure actuelle, les connexions sont limitées au trajet de transport bidirectionnel point à point avec le même routage.
 - a) Nécessité, à terme, de prendre en charge les systèmes unidirectionnels point à multipoint.
- 7) Indépendance entre les services et le transport, c'est-à-dire que le réseau de transport ignore tout du service.
 - a) Fournit un trajet de transport pour un pseudo-circuit ou un trajet LSP.

Appendice I

Scénarios de réseaux MPLS-TP

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

I.1 Exemple d'imbrication de groupes MEG

La Figure I.1 présente à titre d'exemple un scénario utilisant le niveau de groupe MEG par défaut et faisant intervenir des groupes MEG imbriqués pour les rôles du client, du fournisseur et de l'opérateur. Dans la figure, les triangles représentent des points MEP, les cercles représentent des points MIP et les losanges représentent des points de conditionnement du trafic (TrCP).

La Figure I.1 est un exemple de mise en œuvre de réseau; il n'y a pas lieu de configurer les points MEP et les points MIP pour chaque interface, ni pour chaque nœud. Les triangles inversés (▼) indiquent des points MEP en aval et les triangles normaux (▲) indiquent des points MEP en amont.

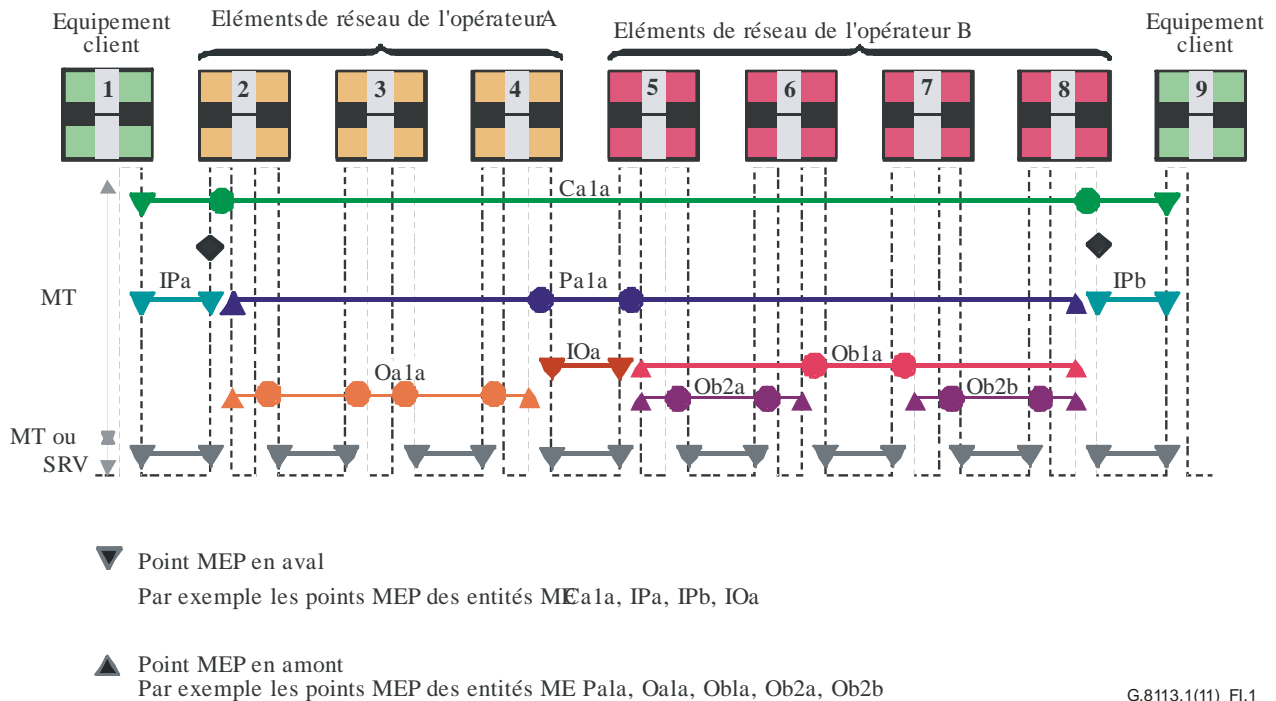


Figure I.1 – Exemple d'imbrication de groupes MEG

- Entité ME du client UNI_C vers UNI_C (Ca1a).
- Entité ME du fournisseur UNI_N vers UNI_N (Pa1a).
- Entités ME de l'opérateur de bout en bout (Oa1a et Ob1a).
- Entités ME de l'opérateur pour un segment dans le réseau de l'opérateur B (Ob2a et Ob2b).
- Entités ME UNI_C vers UNI_N (IPa et IPb) entre le client et le fournisseur.
- Entité ME entre opérateurs (IOa).

Bibliographie

- [b-UIT-T G.808.2] Recommandation UIT-T 808.2 (2008), *Commutation de protection générique – Protection en anneau*.
- [b-IETF RFC 5951] IETF RFC 5951 (2010), *Network Management Requirements for MPLS-based Transport Networks*.
- [b-IETF tp-id] IETF draft-ietf-mpls-tp-identifiers-04 (2013), *MPLS-TP Identifiers following ITU-T Conventions*,
<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-mpls-tp-itu-t-identifiers-04>.
- [b-IANA PW Reg] Pseudowire Associated Channel Types,
<http://www.iana.org/assignments/pwe3-parameters/pwe3-parameters.xml#pwe3-parameters-10>.

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

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
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
	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

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

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Terminaux et méthodes d'évaluation subjectives et objectives
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication