

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 3471
 Catégorie : En cours de normalisation
 Traduction Claude Brière de L'Isle

L. Berger, éditeur
 Movaz Networks
 janvier 2003

Commutation d'étiquette multi-protocole généralisée (GMPLS) : Description de la signalisation fonctionnelle

Statut du présent mémoire

Le présent document spécifie un protocole de l'Internet en cours de normalisation pour la communauté de l'Internet, et appelle à des discussions et suggestions pour son amélioration. Prière de se référer à l'édition en cours des "Protocoles officiels de l'Internet" (STD 1) pour voir l'état de normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Notice de Copyright

Copyright (C) The Internet Society (2003). Tous droits réservés.

Résumé

Le présent document décrit les extensions à la signalisation de la commutation d'étiquettes multi protocoles (MPLS, *Multi-Protocol Label Switching*) exigées pour la prise en charge de MPLS généralisée. MPLS généralisée étend le plan de contrôle MPLS pour englober la division dans le temps (par exemple, de réseau optique synchrone et de hiérarchie numérique synchrone (SONET/SDH, *Synchronous Optical Network and Synchronous Digital Hierarchy*) la longueur d'onde (lambdas optiques) et la commutation spatiale (par exemple, accès ou fibre entrant vers accès ou fibre sortant). Le présent document présente une description fonctionnelle des extensions. Les formats et mécanismes spécifiques du protocole, et les détails spécifiques de la technologie sont spécifiés dans des documents distincts.

Table des Matières

1.	Introduction.....	2
2.	Généralités.....	3
3.	Formats relatifs aux étiquettes.....	3
3.1	Demande d'étiquette généralisée.....	4
3.2	Étiquette généralisée.....	6
3.3	Commutation de longueur d'onde.....	7
3.4	Étiquette suggérée.....	8
3.5	Ensemble d'étiquettes.....	8
4.	LSP bidirectionnels.....	9
4.1	Informations requises.....	10
4.2	Résolution de conflits.....	10
5.	Notification sur erreur d'étiquette.....	11
6.	Contrôle explicite d'étiquette.....	11
6.1	Informations requises.....	12
7.	Informations de protection.....	12
7.1	Informations requises.....	12
8.	Informations de Statut administratif.....	13
8.1	Informations requises.....	13
9.	Séparation du canal de contrôle.....	14
9.1	Identification d'interface.....	14
9.2	Traitement des fautes.....	15
10.	Remerciements.....	15
11.	Considérations pour la sécurité.....	15
12.	Considérations relatives à l'IANA.....	15
13.	Considérations de propriété intellectuelle.....	16
14.	Références.....	16
14.1	Références normatives.....	16
14.2	Références pour information.....	17
15.	Contributeurs.....	17
16.	Adresse de l'éditeur.....	17
17.	Déclaration de droits de reproduction.....	18

1. Introduction

L'architecture de commutation d'étiquette multi protocoles (MPLS, *Multiprotocol Label Switching*) [RFC3031] a été définie pour la prise en charge de la transmission de données fondée sur une étiquette. Dans cette architecture, les routeurs de commutation d'étiquette (LSR, *Label Switching Router*) sont supposés avoir un plan de transmission qui est capable de (a) reconnaître les limites de paquet ou de cellule, et (b) traiter aussi bien les en-têtes de paquet (pour les LSR capables de reconnaître les limites de paquet) que les en-têtes de cellules (pour les LSR capables de reconnaître les limites de cellules).

L'architecture d'origine a été récemment étendue pour inclure des LSR dont le plan de transmission ne reconnaît les limites ni de paquet ni de cellule, et donc, ne peuvent pas transmettre de données sur la base des informations portées dans les en-têtes de paquet ou de cellule. Précisément, de tels LSR incluent des appareils où la décision de transmission est fondée sur l'intervalle de temps, la longueur d'onde, ou les accès physiques.

Cela étant, les LSR, ou plus précisément les interfaces des LSR, peuvent être subdivisés selon les classes suivantes :

1. Interfaces qui reconnaissent les limites de paquet/cellule et peuvent transmettre les données sur la base du contenu de l'en-tête de paquet/cellule. Les exemples incluent les interfaces des routeurs qui transmettent des données sur la base du contenu de l'en-tête "shim", les interfaces sur les LSR ATM (Mode de transfert asynchrone) qui transmettent les données sur la base du VPI/VCI ATM. De telles interfaces sont dites capables de commutation de paquet (PSC, *Packet-Switch Capable*).
2. Interfaces qui transmettent les données sur la base de l'intervalle de temps des données dans un cycle répétitif. Un exemple d'une telle interface est celui d'une interconnexion de SONET/SDH. Une telle interface est dite capable de multiplexage à division temporelle (TDM, *Time-Division Multiplex Capable*).
3. Interfaces qui transmettent les données sur la base de la longueur d'onde sur laquelle les données sont reçues. Un exemple d'une telle interface est celui d'une interconnexion optique qui peut fonctionner au niveau d'une longueur d'onde individuelle. De telles interfaces sont dites à capacité de commutation (LSC, *Lambda Switch Capable*).
4. Interfaces qui transmettent les données sur la base d'une position des données dans des espaces physiques réels. Un exemple d'une telle interface est celui d'une interface sur une interconnexion optique qui peut fonctionner au niveau d'une seule, ou de plusieurs fibres. De telles interfaces sont dites à capacité de commutation optique (FSC, *Fibre-Switch Capable*).

L'utilisation du concept de chemin de commutation d'étiquette (LSP, *Label Switched Path*) incorporé permet au système de s'adapter en construisant une hiérarchie de transmission. Au sommet de cette hiérarchie se trouvent les interfaces FSC, suivies par les interfaces LSC, suivies par les interfaces TDM, suivies par les interfaces PSC. De cette façon, un LSP qui commence et termine sur une interface PSC peut être incorporé (avec d'autres LSP) dans un LSP qui commence et finit sur une interface TDM. Ce LSP, à son tour, peut être incorporé (avec d'autres LSP) dans un LSP qui commence et se termine sur une interface LSC, qui à son tour peut être incorporé (avec d'autres LSP) dans un LSP qui commence et se termine sur une interface FSC. Voir dans la [RFC4206] d'autres informations sur les hiérarchies de LSP.

L'établissement des LSP qui ne s'étendent que sur la première classe d'interfaces est défini dans les [RFC3036], [RFC3212], [RFC3209]. Le présent document présente une description fonctionnelle des extensions nécessaires pour généraliser le plan de contrôle MPLS pour prendre en charge chacune des quatre classes d'interfaces. Seuls les formats et définitions indépendants des protocoles de signalisation sont fournis dans le présent document. Les formats spécifiques des protocoles sont définis dans les [RFC3472] et [RFC3473]. Les détails spécifiques d'une technologie sortent du domaine d'application du présent document et seront spécifiés dans les documents spécifiques de cette technologie, tels que la [RFC3946].

Dans le présent document, les mots clés "DOIT", "NE DOIT PAS", "EXIGE", "DEVRA", "NE DEVRA PAS", "DEVRAIT", "NE DEVRAIT PAS", "RECOMMANDE", "PEUT", et "FACULTATIF" sont à interpréter comme décrit dans le BCP 14, [RFC2119].

2. Généralités

MPLS généralisée diffère de la MPLS traditionnelle en ce qu'elle prend en charge plusieurs types de commutation, c'est-à-dire, en ajoutant la prise en charge de la commutation TDM, lambda, et (d'accès par) fibre optique. La prise en charge de types supplémentaires de commutation a conduit MPLS généralisée à étendre certaines fonctions de base de la MPLS traditionnelle et, dans certains cas, à ajouter des fonctionnalités. Ces changements et ajouts impactent les propriétés de base de LSP, la façon dont les étiquettes sont demandées et communiquées, la nature unidirectionnelle des LSP, la façon dont les erreurs sont propagées, et les informations fournies pour synchroniser l'entrée et la sortie.

Dans l'ingénierie du trafic (TE, *Traffic Engineering*) de MPLS traditionnelle, les liaisons traversées par un LSP peuvent inclure un entremêlage de liaisons avec des codages d'étiquette hétérogènes. Par exemple, un LSP peut s'étendre sur des liaisons entre des routeurs, des liaisons entre des routeurs et des LSR ATM, et des liaisons entre des LSR ATM. MPLS généralisé étend cela en incluant des liaisons où l'étiquette est codée comme un intervalle de temps, ou une longueur d'onde, ou une position dans l'espace physique réel. Tout comme avec la TE de MPLS traditionnelle où tous les LSR ne sont pas capables de reconnaître les limites de paquet (IP) (par exemple, un LSR ATM) dans leur plan de transmission, MPLS généralisée inclut la prise en charge des LSR qui ne peuvent pas reconnaître les limites de paquet (IP) dans leur plan de transmission. Dans la TE de MPLS traditionnelle, un LSP qui porte IP doit commencer et se terminer sur un routeur. MPLS généralisée étend cela en exigeant d'un LSP qu'il commence et se finisse sur un type similaire de LSR. Aussi, dans MPLS généralisée, le type de charge utile qui peut être portée par un LSP est étendu pour permettre des charges utiles comme SONET/SDH, ou Ethernet à 1 ou 10 Gbit. Ces changements à MPLS traditionnelle sont reflétés dans la façon dont les étiquettes sont demandées et communiquées dans MPLS généralisée, voir les paragraphes 3.1 et 3.2. Un cas particulier de commutation Lambda, appelé commutation en longueur d'onde est aussi décrit au paragraphe 3.3.

Un autre différence de base entre le type traditionnel et le type non PSC de LSP MPLS généralisée est que l'allocation de bande passante pour un LSP peut être effectuée seulement en unités discrètes, voir au paragraphe 3.1.2. Il y aura vraisemblablement (beaucoup) moins d'étiquettes sur les liaisons non PSC que sur les liaisons PSC. Noter que l'utilisation des adjacences de transmission (FA, *Forwarding Adjacency*) voir la [RFC4206], donne un mécanisme qui peut améliorer l'utilisation de la bande passante, lorsque l'allocation de bande passante peut être effectuée seulement en unités discrètes, ainsi qu'un mécanisme pour agréger l'état de transmission, permettant donc de réduire le nombre d'étiquettes requises.

MPLS généralisée permet qu'une étiquette soit suggérée par un nœud amont, voir au paragraphe 3.4. Cette suggestion peut être outrepassée par un nœud aval mais, dans certains cas, au prix d'un temps d'établissement de LSP plus long. L'étiquette suggérée est précieuse lors de l'établissement des LSP à travers certaines sortes d'équipements optiques où il peut y avoir de longs (en termes d'électronique) délais de configuration de la machine de commutation. Par exemple, des micro miroirs peuvent devoir être relevés ou déplacés, et ce mouvement physique et l'amortissement résultant prend du temps. Si les étiquettes, et donc la machine de commutation, sont configurées dans la direction inverse (c'est la norme) le message MAPPING/Resv peut devoir être retardé de dixièmes de milliseconde par bond afin d'établir un chemin de transmission utilisable. L'étiquette suggérée est aussi précieuse lors de la récupération de fautes nodales.

MPLS généralisée étend la notion de restriction de la gamme d'étiquettes qui peuvent être choisies par un nœud aval, voir au paragraphe 3.5. Dans MPLS généralisée, un nœud d'entrée ou autre nœud amont peut restreindre les étiquettes qui peuvent être utilisées par un LSP sur un seul bond ou sur la totalité du chemin du LSP. Cette caractéristique est pilotée à partir du domaine optique lorsque il y a des cas où les longueurs d'onde utilisées par le chemin doivent être restreintes soit à un petit sous ensemble de longueurs d'onde possibles, soit à une longueur d'onde spécifique. Cette exigence survient parce que certains équipements peuvent seulement être capables de générer un petit ensemble des longueurs d'onde que les équipements intermédiaires sont capables de commuter, ou parce que l'équipement intermédiaire peut n'être pas capable de commuter une longueur d'onde du tout, étant seulement capable de la rediriger sur une fibre optique différente.

Bien que l'ingénierie du trafic MPLS traditionnelle (et même LDP) soit unidirectionnelle, MPLS généralisée supporte l'établissement de LSP bidirectionnels, voir au paragraphe 4. Le besoin de LSP bidirectionnels vient des applications non PSC. Les raisons pour lesquelles de tels LSP sont nécessaires sont multiples, en particulier une possible concurrence de ressources lors de l'allocation de LSP réciproques via des sessions de signalisation distinctes, pour simplifier les procédures de restauration sur échec dans le cas non PSC. Les LSP bidirectionnels présentent aussi l'avantage d'une latence d'établissement inférieure et du plus faible nombre de messages requis durant l'établissement.

MPLS généralisée prend en charge la communication d'une étiquette spécifique à utiliser sur une interface spécifique, voir à la section 6. La [RFC3473] prend aussi en charge un mécanisme spécifique de RSVP pour la notification rapide des défaillances.

MPLS généralisée formalise une possible séparation des canaux de contrôle et de données, voir la section 9. Une telle prise en charge est particulièrement importante pour les technologies où le trafic de contrôle ne peut pas être envoyé dans la bande avec le trafic de données.

MPLS généralisée permet aussi l'inclusion de paramètres spécifiques d'une technologie dans la signalisation. L'intention est que tous les paramètres spécifiques d'une technologie soient portés, quand on utilise RSVP, dans les SENDER_TSPEC et autres objets qui s'y rapportent, et quand on utilise CR-LDP, dans le TLV Paramètres de trafic. Les formats spécifiques d'une technologie seront définis en tant que de besoin. Pour un exemple de définition, voir la [RFC3946].

3. Formats relatifs aux étiquettes

Pour traiter l'élargissement de la portée de MPLS dans les domaines optique et temporel, plusieurs nouvelles formes d'"étiquette" sont nécessaires. Ces nouvelles formes d'étiquettes sont appelées collectivement des "étiquettes généralisées". Une étiquette généralisée contient assez d'informations pour permettre au nœud receveur de programmer son interconnexion, sans considération du type de cette interconnexion, de telle sorte que les segments d'entrée du chemin soient correctement joints. La présente section définit une demande d'étiquette généralisée, une étiquette généralisée, la prise en charge de la commutation en longueur d'onde, l'étiquette suggérée, et les ensembles d'étiquettes.

Noter que comme les nœuds qui envoient et reçoivent la nouvelle forme d'étiquette savent quelles sortes de liaison ils utilisent, l'étiquette généralisée ne contient pas de champ de type, les nœuds sont plutôt supposés savoir d'après le contexte quel type d'étiquette attendre.

3.1 Demande d'étiquette généralisée

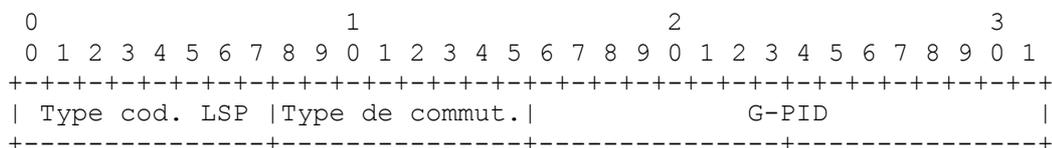
La demande d'étiquette généralisée assure la communication des caractéristiques exigées pour la prise en charge du LSP demandé. Ces caractéristiques incluent le codage du LSP et la charge utile du LSP. Noter que ces caractéristiques peuvent être utilisées par les nœuds de transmission, par exemple, pour prendre en charge le saut de l'avant dernier bond.

La demande d'étiquette généralisée porte un paramètre de codage du LSP, appelé type de codage de LSP. Ce paramètre indique le type du codage, par exemple, SONET/SDH/GigE, etc., qui sera utilisé avec les données associées au LSP. Le type de codage de LSP représente la nature du LSP, et non la nature de la liaison que le LSP traverse. Une liaison peut supporter un ensemble de formats de codage, où support signifie qu'une liaison est capable de porter et commuter un signal d'un ou plusieurs de ces formats de codage selon la disponibilité des ressources et les capacités de la liaison. Par exemple, considérons un LSP signalé avec un codage "lambda". On s'attendrait à ce qu'un tel LSP soit pris en charge sans conversion électrique et sans connaissance de la modulation et de la vitesse par les nœuds de transit. D'autres formats exigent normalement la connaissance du tramage, et les paramètres de champ sont découpés en type de tramage et de vitesse comme indiqué ci-dessous.

La demande d'étiquette généralisée indique aussi le type de commutation qui est demandé sur une liaison. Ce champ est normalement cohérent sur toutes les liaisons d'un LSP.

3.1.1 Informations requises

Les informations portées dans une demande d'étiquette généralisée sont :



Type de codage de LSP : 8 bits

Indique le codage de LSP demandé. Les valeurs suivantes sont permises et signifient :

Valeur	Type
1	Paquet
2	Ethernet
3	PDH ANSI/ETSI

4	Réservé
5	SDH UIT-T G.707 / SONET ANSI T1.105
6	Réservé
7	Enveloppeur numérique
8	Lambda (photonique)
9	Fibre
10	Réservé
11	Canal fibre

Les types de PDH ANSI et ETSI désignent ces technologies respectives de réseautage. DS1 et DS3 sont des exemples de LSP PDH ANSI. Un LSP E1 sera un PDH ETSI. Le type de codage Lambda se réfère à un LSP qui comporte une longueur d'onde sur tout son parcours. Le type de codage Fibre se réfère à un LSP qui renferme un accès de fibre optique.

Type de commutation : 8 bits

Indique le type de commutation qui devrait être effectuée sur une liaison particulière. Ce champ est nécessaire pour les liaisons qui annoncent plus d'un type de capacité de commutation. Ce champ devrait se transposer en une des valeurs annoncées pour la liaison correspondante dans le descripteur de capacité de commutation (voir la [RFC4202]).

Les valeurs suivantes sont actuellement définies :

Valeur	Type
1	Capacité de commutation de paquet 1 (PSC-1, <i>Packet-Switch Capable-1</i>)
2	Capacité de commutation de paquet 2 (PSC-2)
3	Capacité de commutation de paquet 3 (PSC-3)
4	Capacité de commutation de paquet 4 (PSC-4)
51	Capacité de commutation de couche 2 (L2SC, <i>Layer-2 Switch Capable</i>)
100	Capacité de multiplexage à division dans le temps (TDM, <i>Time-Division-Multiplex</i>)
150	Capacité de commutation Lambda (LSC, <i>Lambda-Switch Capable</i>)
200	Capacité de commutation de fibre (FSC, <i>Fibre-Switch Capable</i>)

PID généralisé (G-PID) : 16 bits

C'est un identifiant de la charge utile portée par un LSP, c'est-à-dire, un identifiant de la couche client de ce LSP. Il est utilisé par les nœuds aux points d'extrémité du LSP, et dans certains cas, par l'avant-dernier bond. Les valeurs standard d'Ethertype sont utilisées pour les LSP de paquet et d'Ethernet ; les autres valeurs sont :

Valeur	Type	Technologie
0	Inconnu	Toutes
1	Réservé	
2	Réservé	
3	Réservé	
4	Réservé	
5	Transposition asynchrone de E4	SDH
6	Transposition asynchrone de DS3/T3	SDH
7	Transposition asynchrone de E3	SDH
8	Transposition synchrone des bits de E3	SDH
9	Transposition synchrone des octets de E3	SDH
10	Transposition asynchrone de DS2/T2	SDH
11	Transposition synchrone des bits de DS2/T2	SDH
12	Réservé	
13	Transposition asynchrone de E1	SDH
14	Transposition synchrone des octets de E1	SDH
15	Transposition synchrone des octets de 31 * DS0	SDH
16	Transposition asynchrone de DS1/T1	SDH
17	Transposition synchrone des bits de DS1/T1	SDH
18	Transposition synchrone des octets de DS1/T1	SDH
19	VC-11 en VC-12	SDH
20	Réservé	
21	Réservé	
22	DS1 SF asynchrone	SONET
23	DS1 ESF asynchrone	SONET

24	DS3 M23 asynchrone	SONET
25	Parité du bit C de DS3 asynchrone	SONET
26	VT/LOVC	SDH
27	STS SPE/HOVC	SDH
28	POS – sans embrouillage, CRC de 16 bits	SDH
29	POS - sans embrouillage, CRC de 32 bits	SDH
30	POS - embrouillage, CRC de 16 bits	SDH
31	POS - embrouillage, CRC de 32 bits	SDH
32	Transposition ATM	SDH
33	Ethernet	SDH, Lambda, Fibre
34	SONET/SDH	Lambda, Fibre
35	Réservé (déconseillé par SONET)	Lambda, Fibre
36	Enveloppeur numérique	Lambda, Fibre
37	Lambda	Fibre
38	PDH ANSI/ETSI	SDH
39	Réservé	SDH
40	Protocole SDH d'accès de liaison (LAPS - X.85 et X.86)	SDH
41	FDDI	SDH, Lambda, Fibre
42	DQDB (ETSI ETS 300 216)	SDH
43	FiberChannel-3 (Services)	canal de fibre optique
44	HDLC	SDH
45	Ethernet V2/DIX (seulement)	SDH, Lambda, Fibre
46	Ethernet 802.3 (seulement)	SDH, Lambda, Fibre

3.1.2 Codage de la bande passante

Les codages de bande passante sont portés dans un nombre de 32 bits en format IEEE à virgule flottante (l'unité est l'octet par seconde). Pour les LSP qui ne sont pas de paquets, il est utile de définir des valeurs discrètes pour identifier la bande passante du LSP. Des valeurs typiques de la bande passante demandés sont énumérées ci-dessous. (Ces valeurs sont des lignes directrices.) Des valeurs supplémentaires peuvent être définies en tant que de besoin. Les valeurs de codage de bande passante sont portées d'une façon spécifique du protocole, voir les [RFC3472] et [RFC3473].

Type de signal	(débit binaire)	Valeur (octet/s) (virgule flottante IEEE)
DS0	(0,064 Mbit/s)	0x45FA0000
DS1	(1,544 Mbit/s)	0x483C7A00
E1	(2,048 Mbit/s)	0x487A0000
DS2	(6,312 Mbit/s)	0x4940A080
E2	(8,448 Mbit/s)	0x4980E800
Ethernet	(10,00 Mbit/s)	0x49989680
E3	(34,368 Mbit/s)	0x4A831A80
DS3	(44,736 Mbit/s)	0x4AAAA780
STS-1	(51,84 Mbit/s)	0x4AC5C100
Fast Ethernet	(100,00 Mbit/s)	0x4B3EBC20
E4	(139,264 Mbit/s)	0x4B84D000
FC-0 133M		0x4B7DAD68
OC-3/STM-1	(155,52 Mbit/s)	0x4B9450C0
FC-0 266M		0x4BFDAD68
FC-0 531M		0x4C7D3356
OC-12/STM-4	(622,08 Mbit/s)	0x4C9450C0
GigE	(1 000,00 Mbit/s)	0x4CEE6B28
FC-0 1062M		0x4CFD3356
OC-48/STM-16	(2 488,32 Mbit/s)	0x4D9450C0
OC-192/STM-64	(9 953,28 Mbit/s)	0x4E9450C0
10GigE-LAN	(10 000,00 Mbit/s)	0x4E9502F9
OC-768/STM-256	(39 813,12 Mbit/s)	0x4F9450C0

3.2 Étiquette généralisée

L'étiquette généralisée étend l'étiquette traditionnelle en permettant la représentation non seulement des étiquettes qui voyagent dans la bande avec les paquets de données associés, mais aussi des étiquettes qui identifient les intervalles de temps, les longueurs d'onde, ou les positions multiplexées de divisions temporelles. Par exemple, l'étiquette généralisée peut porter une étiquette qui représente (a) une seule fibre dans un faisceau, (b) une seule gamme d'onde dans une fibre optique, (c) une seule longueur d'onde dans une gamme d'ondes (ou une fibre) ou (d) un ensemble d'intervalles de temps au sein d'une longueur d'onde (ou d'une fibre optique). Elle peut aussi porter une étiquette qui représente une étiquette MPLS générique, une étiquette de relais de trame, ou une étiquette ATM (VCI/VPI).

Une étiquette généralisée n'identifie pas la "classe" à laquelle appartient l'étiquette. C'est implicite dans la capacité de multiplexage de la liaison sur laquelle est utilisée l'étiquette.

Une étiquette généralisée porte seulement un niveau d'étiquette, c'est-à-dire qu'elle est non hiérarchique. Lorsque plusieurs niveaux d'étiquette (des LSP au sein de LSP) sont nécessaires, chaque LSP doit être établi séparément, voir la [RFC4206].

Chaque objet/TLV étiquette généralisée porte un paramètre d'étiquette de longueur variable.

3.2.1 Informations requises

Les informations portées dans une étiquette généralisée sont :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                               Étiquette                               |
|                               ...                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Étiquette : Longueur variable

Porte les informations d'étiquette. L'interprétation de ce champ dépend du type de la liaison sur laquelle l'étiquette est utilisée.

3.2.1.1 Étiquette d'accès et de longueur d'onde

Certaines configurations de commutation sur fibre optique (FSC) et de commutation lambda (LSC) utilisent plusieurs canaux/liaisons de données contrôlés par un seul canal de contrôle. Dans de tels cas, l'étiquette indique le canal de données/liaison à utiliser pour le LSP. Noter que ce cas n'est pas le même que quand la [RFC4201] est utilisée.

Les informations portées dans une étiquette d'accès et de longueur d'onde sont :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                               Étiquette                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Étiquette : 32 bits

Indique l'accès/fibre ou lambda à utiliser, du point de vue de l'expéditeur de l'objet/TLV. Les valeurs utilisées dans ce champ n'ont de signification qu'entre deux voisins, et le receveur peut avoir besoin de convertir la valeur reçue en une valeur qui ait une signification locale. Les valeurs peuvent être configurées ou déterminées de façon dynamique en utilisant un protocole tel que celui de la [RFC4204].

3.2.1.2 Autres étiquettes

Les étiquettes MPLS génériques et les étiquettes de relais de trame sont codées justifiées à droite et alignées sur 32 bits (4 octets). Les étiquettes ATM sont codées avec le VPI justifié à droite dans les bits 0-15 et le VCI justifié à droite dans les bits 16-31.

3.3 Commutation de longueur d'onde

Un cas particulier de commutation lambda est la commutation de gamme d'onde. Une gamme d'onde représente un ensemble de longueurs d'onde contiguës qui peuvent être commutées ensemble dans une nouvelle gamme d'ondes. Pour

des raisons d'optimisation, il peut être souhaitable qu'une interconnexion optique connecte optiquement plusieurs longueurs d'ondes en une seule fois. Cela peut réduire la distorsion sur les longueurs d'onde individuelles et peut permettre une séparation plus stricte des longueurs d'onde individuelles. L'étiquette Gamme d'ondes est définie pour prendre en charge ce cas particulier.

La commutation de gamme d'onde introduit naturellement un autre niveau de hiérarchie d'étiquettes et à ce titre, la gamme d'onde est traitée de la même façon que sont traitées toutes les autres étiquettes de couche supérieure.

Pour ce qui concerne les protocoles MPLS, il y a peu de différence entre une étiquette de gamme d'onde et une étiquette de longueur d'onde, sauf que sémantiquement la gamme d'onde peut être subdivisée en longueurs d'onde tandis que la longueur d'onde peut seulement être subdivisée en étiquettes temporelles ou multiplexées statistiquement.

3.3.1 Informations requises

La commutation de gamme d'onde utilise le même format que l'étiquette généralisée, voir au paragraphe 3.2.1.

Dans le contexte de la commutation de gamme d'onde, l'étiquette généralisée a le format suivant :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                               Identifiant de gamme d'onde                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                               Étiquette de début                                       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                               Étiquette de fin                                         |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Identifiant de gamme d'onde : 32 bits

C'est un identifiant de gamme d'onde. La valeur est choisie par l'envoyeur et réutilisée dans tous les messages ultérieurs sur le sujet.

Étiquette de début : 32 bits

Indique l'identifiant de canal de la plus faible valeur de longueur d'onde qui constitue la gamme d'ondes du point de vue de l'envoyeur de l'objet/TLV.

Étiquette de fin : 32 bits

Indique l'identifiant de canal de la plus forte valeur de longueur d'onde qui constitue la gamme d'ondes du point de vue de l'envoyeur de l'objet/TLV.

Les identifiants de canaux sont établis soit par configuration, soit au moyen d'un protocole tel que LMP [RFC4204]. Ils sont normalement utilisés dans le paramètre d'étiquette de l'étiquette généralisée pour PSC et LSC.

3.4 Étiquette suggérée

L'étiquette suggérée est utilisée pour fournir à un nœud aval la préférence d'étiquette du nœud amont. Cela permet au nœud amont de commencer à configurer son matériel avec l'étiquette proposée avant que l'étiquette ne soit communiquée par le nœud aval. Une telle configuration précoce est précieuse pour les systèmes qui mettent un temps non trivial pour établir une étiquette dans le matériel. Une telle configuration précoce peut réduire la latence d'établissement, et peut être importante pour des besoins de restauration lorsque des LSP de remplacement peuvent devoir être rapidement établis à la suite d'une défaillance du réseau.

L'utilisation de l'étiquette suggérée est seulement une optimisation. Si un nœud aval passe une étiquette différente en amont, le LSR amont se reconfigure afin d'utiliser l'étiquette spécifiée par le nœud aval, maintenant par là le contrôle aval d'une étiquette. Noter que la transmission d'une étiquette suggérée n'implique pas que l'étiquette suggérée soit disponible à l'utilisation. En particulier, un nœud d'entrée ne devrait pas transmettre de trafic de données sur une étiquette suggérée avant que le nœud aval ait passé une étiquette en amont.

Les informations portées dans une étiquette suggérée sont identiques à celles d'une étiquette généralisée. Noter que les valeurs utilisées dans le champ d'étiquette d'une étiquette suggérée sont du point de vue de l'envoyeur de l'objet/TLV.

3.5 Ensemble d'étiquettes

L'ensemble d'étiquettes est utilisé pour limiter les choix d'étiquette d'un nœud aval à un ensemble d'étiquettes acceptables. Cette limitation s'applique bond par bond.

On décrit quatre cas où l'ensemble d'étiquettes est utile dans le domaine optique. Le premier cas est lorsque l'équipement d'extrémité est seulement capable de transmettre sur un petit ensemble spécifique de bandes/longueurs d'ondes. Le second cas est lorsque il y a une séquence d'interfaces qui ne peuvent pas prendre en charge la conversion de longueur d'onde (incapable de CI) et exigent que la même longueur d'onde soit utilisée de bout en bout sur une séquence de bonds, ou même un chemin entier. Le troisième cas est lorsque il est souhaitable de limiter la quantité de conversion de longueur d'onde à effectuer pour réduire la distorsion sur les signaux optiques. Le dernier cas est lorsque deux extrémités d'une liaison prennent en charge des ensembles de longueur d'onde différents.

L'ensemble d'étiquettes est utilisé pour restreindre les gammes d'étiquettes qui peuvent être utilisées pour un LSP particulier entre deux homologues. Le receveur d'un ensemble d'étiquettes doit restreindre son choix d'étiquette à celles qui sont dans l'ensemble d'étiquettes. Tout comme une étiquette, un ensemble d'étiquettes peut être présent à travers plusieurs bonds. Dans ce cas, chaque nœud génère son propre ensemble d'étiquettes sortantes, éventuellement sur la base de l'ensemble d'étiquettes entrantes et les capacités du matériel du nœud. On prévoit que ce cas sera la norme pour les nœuds qui ont des interfaces incapables de conversion (incapables de CI).

L'utilisation d'un ensemble d'étiquettes est facultatif ; si il n'est pas présent, toutes les étiquettes de la gamme d'étiquettes valide peuvent être utilisées. Conceptuellement, l'absence d'ensemble d'étiquettes implique un ensemble d'étiquettes dont la valeur est {U}, l'ensemble de toutes les étiquettes valides.

3.5.1 Informations requises

Un ensemble d'étiquettes est composé d'un ou plusieurs objets/TLV Label_Set. Chaque objet/TLV contient un ou plusieurs éléments de l'ensemble d'étiquettes. Chaque élément est appelé un identifiant de sous canal et a le même format qu'une étiquette généralisée.

Les informations portées dans un Label_Set sont :

0								1								2								3																
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Action								Réservé								Type d'étiquette																								
Sous-canal 1								...																																
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Sous-canal N								...																																

Action : 8 bits

0 – Liste inclusive

Indique que l'objet/TLV contient un ou plusieurs éléments de sous canal qui sont inclus dans l'ensemble d'étiquettes.

1 – Liste exclusive

Indique que l'objet/TLV contient un ou plusieurs éléments de sous canal qui sont exclus de l'ensemble d'étiquettes.

2 – Gamme inclusive

Indique que l'objet/TLV contient une gamme d'étiquettes. L'objet/TLV contient deux éléments de sous canal. Le premier élément indique le début de la gamme. Le second élément indique la fin de la gamme. Une valeur de zéro indique qu'il n'y a pas de limite à la portion correspondante de la gamme.

3 – Gamme exclusive

Indique que l'objet/TLV contient une gamme d'étiquettes qui sont exclues de l'ensemble d'étiquettes. L'objet/TLV contient deux éléments de sous canal. Le premier élément indique le début de la gamme. Le second élément indique la fin de la gamme. Une valeur de zéro indique qu'il n'y a pas de limite à la portion correspondante de la gamme.

Réservé : 10 bits

Ce champ est réservé. Il DOIT être réglé à zéro à l'émission et DOIT être ignoré à réception.

Type d'étiquette : 14 bits

Indique le type et le format de l'étiquettes portée dans l'objet/TLV. Les valeurs sont spécifiques du protocole de signalisation.

Sous canal :

Le sous canal représente l'étiquette (longueur d'onde, fibre ...) qui est éligible à l'allocation. Ce champ a le même format que celui décrit pour les étiquettes au paragraphe 3.2.

Noter que la transposition de sous canal en identifiant de canal local (par exemple, longueur d'onde) est une affaire locale.

4. LSP bidirectionnels

La présente section définit la prise en charge directe des LSP bidirectionnels. La prise en charge est définie pour les LSP qui ont les mêmes exigences d'ingénierie du trafic, y compris de sort partagé, de protection et de restauration, de LSR, et d'exigences de ressource (par exemple, de latence et de gigue) dans chaque direction. Dans la suite de cette section, le terme "initiateur" est utilisé pour désigner un nœud qui commence l'établissement d'un LSP et le terme "terminaison" est utilisé pour se référer au nœud qui est la cible du LSP. Noter que pour les LSP bidirectionnels, il y a seulement un "initiateur" et une "terminaison".

Normalement, pour établir un LSP bidirectionnel lorsque on utilise la [RFC3209] ou la [RFC3212] deux chemins unidirectionnels doivent être établis indépendamment l'un de l'autre. Cette approche présente les inconvénients suivants :

- * La latence d'établissement du LSP bidirectionnel est égale à un aller-retour de signalisation plus un délai de transit de signalisation initiateur-terminaison. Cela étend non seulement la latence d'établissement pour l'établissement réussi du LSP, mais cela étend le pire cas de latence pour découvrir qu'un LSP a échoué pour deux fois le délai de transit initiateur-terminaison. Ces délais sont particulièrement significatif pour les LSP qui sont établis pour une restauration.
- * La redondance de contrôle est deux fois celle d'un LSP unidirectionnel. Cela parce que des messages de contrôle distincts (par exemple, Path et Resv) doivent être générés pour les deux segments du LSP bidirectionnel.
- * Comme les ressources sont établies dans des segments séparés, le choix du chemin est compliqué. Il y a aussi une compétition potentielle supplémentaire pour les conditions d'allocation des ressources, qui diminue la probabilité globale de réussite de l'établissement de la connexion bidirectionnelle.
- * Il est plus difficile de fournir une interface propre pour l'équipement SONET/SDH qui peut s'appuyer sur des chemins bond par bond bidirectionnels pour la commutation de protection.
- * Les LSP optiques bidirectionnels (ou chemins optiques) sont vus comme une exigence pour de nombreux fournisseurs de services de réseautage optique.

Avec les LSP bidirectionnels, les deux chemins de données aval et amont, c'est-à-dire, de l'initiateur à la terminaison et de la terminaison à l'initiateur, sont établis en utilisant un seul ensemble de messages de signalisation. Cela réduit la latence d'établissement à essentiellement un délai d'aller-retour initiateur-terminaison plus le délai de traitement, et limite la redondance de contrôle au même nombre de messages que dans un LSP unidirectionnel.

4.1 Informations requises

Pour les LSP bidirectionnels, deux étiquettes doivent être allouées. L'établissement d'un LSP bidirectionnel est indiqué par la présence d'un objet/TLV étiquette amont dans le message de signalisation approprié. Une étiquette amont a le même format que l'étiquette généralisée, voir au paragraphe 3.2.



Figure 2 : Résolution de conflit d'étiquettes sans restriction de ressources

Dans cet exemple, il n'y a pas de restriction sur les étiquettes qui peuvent être utilisées par la connexion bidirectionnelle et il n'y a pas de compétition.

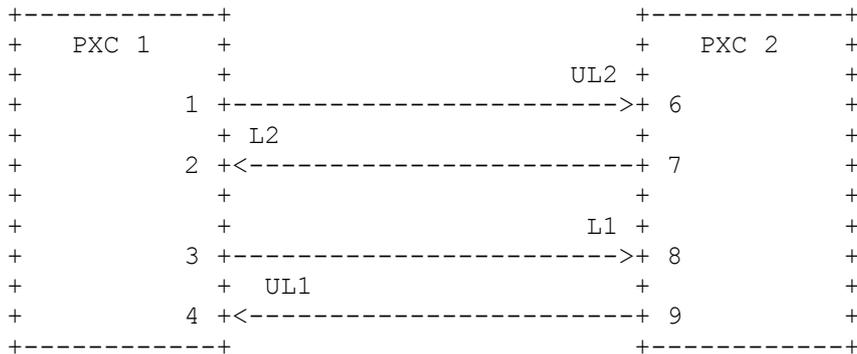


Figure 3 : Résolution de conflit d'étiquettes avec restriction de ressources

Dans cet exemple, les étiquettes 1, 2 et 3, 4 sur PXC 1 (respectivement les étiquettes 6, 7 et 8, 9 sur PXC 2) doivent être utilisées par la même connexion bidirectionnelle. Comme PXC 2 a un plus fort identifiant de nœud, il gagne la compétition et PXC 1 doit utiliser un ensemble d'étiquettes différent.

5. Notification sur erreur d'étiquette

Il y a des cas dans MPLS traditionnelle et dans GMPLS qui résultent en un message d'erreur qui contient une indication "Valeur d'étiquette inacceptable", voir les [RFC3209], [RFC3472] et [RFC3473]. Lorsque ces cas surviennent, il peut être utile au nœud qui génère le message d'erreur d'indiquer quelles étiquettes seraient acceptables. Pour couvrir ce cas, GMPLS introduit la capacité de porter de telles informations via le champ "Ensemble d'étiquettes acceptable". Un ensemble d'étiquettes acceptables est porté dans les messages d'erreur appropriés spécifiques des protocoles, voir les [RFC3472] et [RFC3473].

Le format d'un ensemble d'étiquettes acceptable est identique à celui d'un ensemble d'étiquettes, voir au paragraphe 3.5.1.

6. Contrôle explicite d'étiquette

Dans la MPLS traditionnelle, les interfaces utilisées par un LSP peuvent être contrôlées via un chemin explicite, c'est-à-dire, ERO ou ER-Hop. Cela permet l'inclusion d'un nœud/interface particulier, et la terminaison d'un LSP sur une interface sortante particulière du LSR de sortie. Pour la question de savoir si l'interface peut être numérotée ou non numérotée, voir la [RFC3477].

Il y a des cas où la sémantique existante de chemin explicite ne fournit pas assez d'informations pour contrôler le LSP au degré désiré. Cela se produit dans le cas où l'initiateur du LSP souhaite choisir une étiquette utilisée sur une liaison. Précisément, le problème est que ERO et ER-Hop ne prennent pas en charge les sous-objets d'étiquettes explicites. Un exemple du cas où un tel mécanisme est souhaitable est celui où il y a deux LSP à "épissés" ensemble, c'est-à-dire, où la queue du premier LSP sera "épissée" dans la tête du second LSP. Ce dernier cas a plus de chances d'être utilisé dans les classes de liaisons non PSC.

Pour couvrir ce cas, on introduit le sous-objet Étiquette ERO / ER Hop.

6.1 Informations requises

L'étiquette explicite et enregistrement de chemins contient :

L : 1 bit

Ce bit doit être réglé à 0.

U : 1 bit

Ce bit indique la direction de l'étiquette. Il est à 0 pour l'étiquette aval. Il est réglé à 1 pour l'étiquette amont et n'est utilisé seulement que sur les LSP bidirectionnels.

Étiquette : Variable

Ce champ identifie l'étiquette à utiliser. Le format de ce champ est identique à celui utilisé par le champ Étiquette dans l'étiquette généralisée, voir au paragraphe 3.2.1.

Le placement et l'ordre de ces paramètres sont spécifiques du protocole de signalisation.

7. Informations de protection

Les informations de protection sont portées dans un nouvel objet/TLV. Il est utilisé pour indiquer les attributs de protection en rapport avec la liaison d'un LSP demandé. L'utilisation des informations de protection pour un LSP particulier est facultative. Les informations de protection indiquent en fait le type de protection de liaison désiré pour le LSP. Si un type particulier de protection, c'est-à-dire, 1+1, ou 1:N, est demandé, une demande de connexion n'est alors traitée que si le type de protection désiré peut être honoré. Noter que les capacités de protection d'une liaison peuvent être annoncées dans l'acheminement, voir la [RFC4202]. Les algorithmes de calcul de chemin peuvent prendre ces informations en compte lors du calcul des chemins pour l'établissement des LSP.

Les informations de protection indiquent aussi si le LSP est primaire ou secondaire. Un LSP secondaire est une sauvegarde pour un LSP primaire. Les ressources d'un LSP secondaire ne sont pas utilisées tant que le LSP primaire tient. Les ressources allouées pour un LSP secondaire PEUVENT être utilisées par d'autres LSP jusqu'à ce que la défaillance du LSP primaire oblige à se retourner vers le LSP secondaire. À ce moment, tout LSP qui utilise les ressources prévues pour le LSP secondaire DOIT être préempté.

7.1 Informations requises

Les informations suivantes sont portées dans Informations de protection :

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1
+-----+-----+-----+-----+			
S	Réservé	Fanions lsn	
+-----+-----+-----+-----+			

Secondaire (S) : 1 bit

Établi, il indique que le LSP demandé est un LSP secondaire.

Réservé : 25 bits

Ce champ est réservé. Il DOIT être réglé à zéro à l'émission et DOIT être ignoré à réception. Ces bits DEVRAIENT être transmis inchangés par les nœuds de transit.

Fanions de liaison : 6 bits

Indique le type de protection désiré. Les capacités de protection précédemment mentionnées d'une liaison peuvent être annoncées dans l'acheminement. Une valeur de 0 implique que tout type de protection de liaison, y compris aucune, peut être utilisé. Plus d'un bit peut être établi pour indiquer que plusieurs types de protection sont acceptables. Lorsque plusieurs bits sont établis et que plusieurs types de protection sont disponibles, le choix du type de protection est une décision (de politique) locale.

Les fanions suivants sont définis :

0x20 : Améliorée

Indique qu'un schéma de protection plus fiable que celui dédié (1+1) devrait être utilisé, par exemple, 4 fibres BLSR/MS-SPRING.

0x10 : Dédié (1+1)

Indique qu'un schéma de protection de couche liaison dédié, c'est-à-dire, 1+1, devrait être utilisé pour prendre en charge le LSP.

0x08 : Dédié (1:1)

Indique qu'un schéma de protection de couche liaison dédié, c'est-à-dire, 1:1, devrait être utilisé pour prendre en charge le LSP.

0x04 : partagé

Indique qu'un schéma de protection de couche liaison partagé, tel qu'une protection 1:N, devrait être utilisé pour prendre en charge le LSP.

0x02 : Non protégé

Indique que le LSP ne devrait utiliser aucune protection de couche liaison.

0x01 : trafic supplémentaire

Indique que le LSP devrait utiliser des liaisons qui protègent d'autre trafic (principal). De tels LSP peuvent être préemptés lorsque les liaisons qui portent le trafic principal protégé ont une défaillance.

8. Informations de statut administratif

Les informations de statut administratif sont portées dans un nouvel objet/TLV. Les informations de statut administratif sont normalement utilisées de deux façons. Dans la première, les informations indiquent l'état administratif par rapport à un LSP particulier. Dans cet usage, les informations de statut administratif indiquent l'état du LSP. Les indications d'état incluent "vivant" ou "mort", si on est en mode "essai", et si la suppression est en cours. Les actions entreprises par un nœud se fondent sur une décision locale d'état. Un exemple d'action qui peut être entreprise est d'inhiber un rapport d'alarme lorsque un LSP est dans les états "mort" ou "essai", ou de rapporter des alarmes associées à la connexion à une priorité égale ou inférieure à "N" affecte pas le service".

Dans le second usage des informations de statut administratif, les informations indiquent une demande d'établir l'état administratif d'un LSP. Ces informations sont toujours relayées au nœud d'entrée qui agit sur la demande.

Les différents usages sont distingués d'une façon spécifique du protocole. Voir les détails dans les [RFC3472] et [RFC3473]. L'utilisation des informations de statut administratif pour un LSP particulier est facultative.

8.1 Informations requises

Les informations suivantes sont portées dans les informations de statut administratif :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|R|                                     Réservé                               |T|A|D|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Reflète (R) : 1 bit

Lorsque il est établi (*à 1*), ce bit indique que le nœud bordure DEVRAIT refléter l'objet/TLV dans le message approprié. Ce bit NE DOIT PAS être établi dans une demande de changement d'état, c'est-à-dire, dans les messages Notifier.

Réservé : 28 bits

Ce champ est réservé. Il DOIT être réglé à zéro à l'émission et DOIT être ignoré à réception. Ces bits DEVRAIENT être passés inchangés par les nœuds de transit.

Essai (T pour Test) : 1 bit

Lorsque il est établi, il indique que les actions locales qui se rapportent au mode "essai" devraient être entreprises.

Administrativement mort (A) : 1 bit

Lorsque il est établi, il indique que les actions locales qui se rapportent à l'état "administrativement mort" devraient être entreprises.

Suppression en cours (D) : 1 bit

Lorsque il est établi, il indique que les actions locales qui se rapportent à la suppression du LSP devraient être entreprises. Les nœuds bordures peuvent utiliser ce fanion pour contrôler la suppression des connexions.

9. Séparation du canal de contrôle

Le concept d'un canal de contrôle différent du canal de données signalé a été introduit dans MPLS en relation avec les faisceaux de liaisons, voir la [RFC4201]. Dans GMPLS, la séparation des canaux de contrôle et de données peut être due à de nombreux facteurs. (Y compris de faisceaux de liaisons et autres cas tels que celui de canaux de données qui ne peuvent pas porter d'informations de contrôle dans la bande.) La présente section couvrira les deux questions critiques qui s'y rapportent : l'identification des canaux de données dans la signalisation et le traitement des défaillances de canal de contrôle qui n'ont pas d'impact sur les canaux de données.

9.1 Identification d'interface

Dans la MPLS traditionnelle, il y a une association bijective implicite entre un canal de contrôle et un canal de données. Lorsque une telle association est présente, aucune information supplémentaire ou particulière n'est nécessaire pour associer une transaction d'établissement d'un certain LSP avec un certain canal de données. (Elle est implicite dans le canal de contrôle sur lequel sont envoyés les messages de signalisation.)

Dans le cas où il n'y a pas une association bijective implicite entre un canal de contrôle et un canal de données il est nécessaire de convoyer des informations supplémentaires dans la signalisation pour identifier le canal de données particulier contrôlé. GMPLS prend en charge l'identification explicite du canal de données en fournissant des informations d'identification d'interface. GMPLS permet l'utilisation d'un certain nombre de schémas d'identification d'interface incluant les adresses IPv4 ou IPv6, les indices d'interface (voir la [RFC3477]) et les interfaces composantes (établies via configuration ou un protocole tel que celui de la [RFC4204]). Dans tous les cas, le choix de l'interface de données est indiqué par le nœud amont en utilisant les adresses et les identifiants utilisés par le nœud amont.

9.1.1 Informations requises

Les informations suivantes sont portées dans l'identifiant d'interface :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                               |
|                                               |
|                               TLV                               |
|                                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Où chaque TLV a le format suivant :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                               |
|                               Type                               |
|                                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                               |
|                               Valeur                               |
|                                               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Longueur : 16 bits

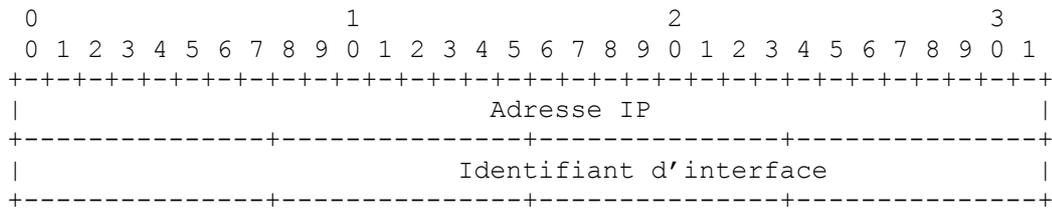
Indique la longueur totale du TLV, c'est-à-dire, 4 + la longueur du champ Valeur en octets. Un champ Valeur dont la longueur n'est pas un multiple de quatre DOIT être bourré de zéros afin que le TLV soit aligné sur quatre octets.

Type : 16 bits

Indique le type de l'interface qui est identifiée. Les valeurs définies sont :

Type	Longueur	Format	Description
1	8	Adresse IPv4	IPv4
2	20	Adresse IPv6	IPv6
3	12	voir ci-dessous	IF_INDEX (Indice d'interface)
4	12	voir ci-dessous	COMPONENT_IF_DOWNSTREAM (Interface composante)
5	12	voir ci-dessous	COMPONENT_IF_UPSTREAM (Interface composante)

Pour les types 3, 4 et 5, le champ Valeur a le format :



Adresse IP : 32 bits

Le champ Adresse IP peut porter l'adresse IP d'une liaison ou une adresse IP associée au routeur, où l'adresse associée est la valeur portée dans le TLV d'acheminement d'une adresse de routeur.

Identifiant d'interface : 32 bits

Pour une utilisation de type 3, l'identifiant d'interface porte un identifiant d'interface.

Pour les types 4 et 5, l'identifiant d'interface indique une liaison composante en faisceau. La valeur particulière 0xFFFFFFFF peut être utilisée pour indiquer que la même étiquette sera valide à travers toutes les liaisons composantes.

9.2 Traitement des fautes

Il y a deux nouvelles fautes qui doivent être traitées lorsque le canal de contrôle est indépendant du canal de données. Dans la première, il y a une défaillance de liaison ou d'autre type qui limite la capacité des nœuds voisins à passer des messages de contrôle. Dans cette situation, les nœuds voisins ne sont pas capables d'échanger de messages de contrôle pendant un certain temps. Une fois que la communication est restaurée, le protocole de signalisation sous-jacent doit indiquer que les nœuds ont conservé leur état malgré la défaillance. Le protocole de signalisation doit aussi s'assurer que tout changement d'état qui s'est manifesté pendant la défaillance est synchronisé entre les nœuds.

Dans la seconde, le plan de contrôle d'un nœud a une défaillance puis redémarre et perd la plupart de ses informations d'état. Dans ce cas, les nœuds amont et aval doivent tous deux synchroniser leurs informations d'état avec le nœud redémarré. Afin que chaque resynchronisation se fasse, le nœud qui subit le redémarrage va avoir besoin de préserver des informations, comme la transposition d'étiquettes entrantes en étiquettes sortantes.

Les deux cas sont traités de façon spécifique du protocole, voir les [RFC3472] et [RFC3473].

Noter que ces cas ne s'appliquent que quant il y a des mécanismes pour détecter les défaillances de canal de données indépendantes des défaillances de canal de contrôle.

10. Remerciements

Le présent document résulte du travail de nombreux auteurs et consiste en la compilation d'un certain nombre de documents antérieurs sur ce sujet.

Des commentaires et apports précieux ont été reçus d'un certain nombre de personnes, parmi lesquelles Igor Bryskin, Adrian Farrel, Ben Mack-Crane, Dimitri Papadimitriou, Fong Liaw et Juergen Heiles. Certains paragraphes de ce document se fondent sur le texte proposé par Fong Liaw.

11. Considérations pour la sécurité

Le présent document n'introduit pas de nouvelles considérations pour la sécurité à celles de la [RFC3212] ou de la [RFC3209]. Les considérations de sécurité mentionnées dans la [RFC3212] ou la [RFC3209] s'appliquent aux formes spécifiques des protocoles respectifs de GMPLS, voir la [RFC3472] et la [RFC3473].

12. Considérations relatives à l'IANA

L'IANA administre l'allocation des nouvelles valeurs des espaces de noms définis dans le présent document. Cette section utilise la terminologie du BCP 26 "Lignes directrices pour la rédaction d'une section Considérations relatives à l'IANA dans les RFC" [RFC2434].

Le présent document définit les espaces de nom suivants :

- o Type de codage de LSP : 8 bits
- o Type de commutation : 8 bits
- o PID généralisé (G-PID) : 16 bits
- o Action : 8 bits
- o Type d'identifiant d'interface : 16 bits

Toutes les allocations futures devraient être effectuées par action de consensus de l'IETF ou documentées dans une spécification.

Type de codage de LSP – gamme de valeurs valides : 1 à 255. Le présent document définit les valeurs 1 à 11.

Type de commutation – gamme de valeurs valides : 1 à 255. Le présent document définit les valeurs 1 à 4, 100, 150 et 200.

PID généralisé (G-PID) – gamme de valeurs valides : 0 à 1500. Le présent document définit les valeurs 0 à 46.

Action – gamme de valeurs valides : 0 à 255. Le présent document définit les valeurs 0 à 3.

Type d'identifiant d'interface – gamme de valeurs valides : 1 à 65 535. Le présent document définit les valeurs 1 à 5.

13. Considérations de propriété intellectuelle

Ce paragraphe est tiré du paragraphe 10.4 de la [RFC2026].

L'IETF ne prend pas position sur la validité et la portée de tout droit de propriété intellectuelle ou autres droits qui pourrait être revendiqués au titre de la mise en œuvre ou l'utilisation de la technologie décrite dans le présent document ou sur la mesure dans laquelle toute licence sur de tels droits pourrait être ou n'être pas disponible ; pas plus qu'elle ne prétend avoir accompli aucun effort pour identifier de tels droits. Les informations sur les procédures de l'ISOC au sujet des droits dans les documents de l'ISOC figurent dans les BCP 78 et BCP 79.

Des copies des dépôts d'IPR faites au secrétariat de l'IETF et toutes assurances de disponibilité de licences, ou le résultat de tentatives faites pour obtenir une licence ou permission générale d'utilisation de tels droits de propriété par ceux qui mettent en œuvre ou utilisent la présente spécification peuvent être obtenues sur répertoire en ligne des IPR de l'IETF à <http://www.ietf.org/ipr>.

L'IETF invite toute partie intéressée à porter son attention sur tous copyrights, licences ou applications de licence, ou autres droits de propriété qui pourraient couvrir les technologies qui peuvent être nécessaires pour mettre en œuvre la présente norme. Prière d'adresser les informations à l'IETF à ietf-ipr@ietf.org.

14. Références

14.1 Références normatives

- [RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997.
- [RFC3036] L. Andersson et autres, "[Spécification de LDP](#)", janvier 2001. (*Rendue obsolète par la RFC5036*)
- [RFC3209] D. Awduche, L. Berger, D. Gan, T. Li, V. Srinivasan et G. Swallow, "[RSVP-TE : Extensions à RSVP pour les tunnels LSP](#)", décembre 2001. (Mise à jour par [RFC3936](#), [RFC4420](#), [RFC4874](#), [RFC5151](#), [RFC5420](#))
- [RFC3212] B. Jamoussi et autres, "Établissement de [LSP fondé sur la contrainte avec LDP](#)", janvier 2002. (*MàJ par RFC3468*) (*P.S.*)
- [RFC3472] P. Ashwood-Smith et L. Berger, éd., "Commutation d'étiquettes multi-protocoles généralisée (GMPLS) : [extensions au protocole de distribution d'étiquettes acheminées sur la base des contraintes de signalisation \(CR-LDP\)](#)", janvier 2003. (*MàJ par RFC4201*) (*P.S.*)
- [RFC3473] L. Berger, "[Extensions d'ingénierie de protocole](#) - trafic de signalisation de réservation de ressource (RSVP-TE) de commutation d'étiquettes multi-protocoles généralisée (GMPLS)", janvier 2003. (*P.S.*, *MàJ par 4003, 4201, 4420, 4783, 4784, 4873, 4974, 5063, 5151*)
- [RFC3477] K. Kompella, Y. Rekhter, "[Signalisation des liaisons non numérotées](#) dans le protocole de réservation de ressource – ingénierie du trafic (RSVP-TE)", janvier 2003. (*P.S.*)

14.2 Références pour information

- [RFC2026] S. Bradner, "Le processus de [normalisation de l'Internet](#) -- Révision 3", ([BCP0009](#)) octobre 1996. (*Remplace RFC1602, RFC1871*) (*MàJ par RFC3667, RFC3668, RFC3932, RFC3979, RFC3978, RFC5378*)
- [RFC2434] T. Narten et H. Alvestrand, "Lignes directrices pour la rédaction d'une section Considérations relatives à l'IANA dans les RFC", BCP 26, octobre, 1998. (*Rendue obsolète par la RFC 5226*)
- [RFC3031] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Architecture de [commutation d'étiquettes multi protocoles](#)", janvier 2001. (*P.S.*)
- [RFC3946] E. Mannie, D. Papadimitriou, "Extensions de commutation d'étiquettes multi-protocoles généralisée (GMPLS) pour le contrôle de réseau optique synchrone (SONET) et de hiérarchie numérique synchrone (SDH)", octobre 2004. (*Obsolète, voir RFC4606*) (*P.S.*)
- [RFC4201] K. Kompella et autres, "[Faisceaux de liaisons](#) dans l'ingénierie du trafic MPLS", octobre 2005. (*P.S.*)
- [RFC4202] K. Kompella et autres, "[Extensions d'acheminement](#) pour la prise en charge de la commutation généralisée d'étiquettes multi-protocoles (GMPLS)", octobre 2005. (*P.S.*)
- [RFC4204] J. Lang, éd., "[Protocole de gestion de liaison](#) (LMP)", octobre 2005. (*P.S.*)
- [RFC4206] K. Kompella, Y. Rekhter, "[Hiérarchie de chemins commutés](#) par étiquettes (LSP) avec l'ingénierie de trafic (TE) de la commutation généralisée d'étiquettes multi-protocoles (GMPLS)", octobre 2005. (*P.S.*)

15. Contributeurs

Peter Ashwood-Smith
Nortel Networks Corp.
P.O. Box 3511 Station C,
Ottawa, ON K1Y 4H7
Canada
téléphone : +1 613 763 4534
mél : petera@nortelnetworks.com

Ayan Banerjee
Calient Networks
5853 Rue Ferrari
San Jose, CA 95138
téléphone : +1 408 972-3645
mél : abanerjee@calient.net

Lou Berger
Movaz Networks, Inc.
7926 Jones Branch Drive
Suite 615
McLean VA, 22102
téléphone : +1 703 847-1801
mél : lberger@movaz.com

John Drake
Calient Networks
5853 Rue Ferrari
San Jose, CA 95138
téléphone : +1 408 972 3720
mél l: jdrake@calient.net

Yanhe Fan
Axiowave Networks, Inc.
200 Nickerson Road
Marlborough, MA 01752
téléphone : + 1 774 348 4627
mél l: yfan@axiowave.com

Kireeti Kompella
Juniper Networks, Inc.
1194 N. Mathilda Ave.
Sunnyvale, CA 94089
mél : kireeti@juniper.net

Eric Mannie
Independent Consultant
2 Avenue de la Folle Chanson
1050 Brussels
Belgique
mél : eric_mannie@hotmail.com

Bala Rajagopalan
Tellium, Inc.
2 Crescent Place
P.O. Box 901
Oceanport, NJ 07757-0901
tél. : +1 732 923 4237
mél : braja@tellium.com

Vishal Sharma
Metanoia, Inc.
1600 Villa Street, Unit 352
Mountain View, CA 94041-1174
téléphone : +1 650-386-6723
mél : v.sharma@ieee.org

George Swallow
Cisco Systems, Inc.
250 Apollo Drive
Chelmsford, MA 01824
téléphone : +1 978 244 8143
mél : swallow@cisco.com

Yakov Rekhter
Juniper Networks, Inc.
mél : yakov@juniper.net

Debanjan Saha
mél : debanjan@acm.org

Z. Bo Tang
mél : botang01@yahoo.com

Jonathan P. Lang
mél : jplang@ieee.org

Greg Bernstein
mél l: gregb@grotto-networking.com

16. Adresse de l'éditeur

Lou Berger
Movaz Networks, Inc.
7926 Jones Branch Drive
Suite 615
McLean VA, 22102
téléphone : +1 703 847-1801
mél : lberger@movaz.com

17. Déclaration de droits de reproduction

Copyright (C) The Internet Society (2003). Tous droits réservés.

Ce document et ses traductions peuvent être copiés et diffusés, et les travaux dérivés qui commentent ou expliquent autrement ou aident à sa mise en œuvre peuvent être préparés, copiés, publiés et distribués, partiellement ou en totalité, sans restriction d'aucune sorte, à condition que l'avis de droits de reproduction ci-dessus et ce paragraphe soit inclus sur toutes ces copies et œuvres dérivées. Toutefois, ce document lui-même ne peut être modifié en aucune façon, par exemple en supprimant le droit d'auteur ou les références à l'Internet Society ou d'autres organisations Internet, sauf si c'est nécessaire à l'élaboration des normes Internet, auquel cas les procédures pour les droits de reproduction définies dans les processus des normes pour l'Internet doivent être suivies, ou si nécessaire pour le traduire dans des langues autres que l'anglais.

Les permissions limitées accordées ci-dessus sont perpétuelles et ne seront pas révoquées par la Société Internet ou ses successeurs ou ayants droit.

Ce document et les renseignements qu'il contient sont fournis "TELS QUELS" et l'INTERNET SOCIETY et l'INTERNET ENGINEERING TASK FORCE déclinent toute garantie, expresse ou implicite, y compris mais sans s'y limiter, toute

garantie que l'utilisation de l'information ici présente n'enfreindra aucun droit ou aucune garantie implicite de commercialisation ou d'adaptation a un objet particulier.

Remerciement

Le financement de la fonction d'édition des RFC est actuellement fourni par la Internet Society.