

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 5150
 Catégorie : Sur la voie de la normalisation
 Traduction Claude Brière de L'Isle

A. Ayyangar, Juniper Networks
 K. Kompella, Juniper Networks
 JP. Vasseur, Cisco Systems, Inc.
 A. Farrel, Old Dog Consulting
 février 2008

Raccordement de chemin à commutation d'étiquette avec la commutation généralisée d'étiquettes multiprotocoles à ingénierie de trafic (GMPLS-TE)

Statut du présent mémoire

Le présent document spécifie un protocole Internet sur la voie de la 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 "Normes officielles des protocoles de l'Internet" (STD 1) pour connaître l'état de la normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Résumé

Dans certains scénarios, il peut y avoir besoin de combiner plusieurs chemins à commutation d'étiquettes (LSP, *Label Switched Path*) de commutation d'étiquettes multi protocoles généralisée (GMPLS, *Generalized Multiprotocol Label Switching*) de telle sorte qu'un seul LSP de bout en bout (*e2e, end-to-end*) soit réalisé et que tout le trafic provenant d'un LSP constitutif soit commuté sur le prochain LSP. On appelle cela un "raccordement de LSP", dont l'exigence clé est qu'un LSP constitutif ne soit pas alloué à plus d'un LSP e2e. Les LSP constitutifs vont être appelés des "segments de LSP" (S-LSP).

Le présent document décrit des extensions au protocole existant de signalisation GMPLS (le protocole de réservation de ressources à ingénierie du trafic (RSVP-TE, *Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering*)) pour établir des LSP de bout en bout créés à partir des S-LSP, et décrit comment les LSP peuvent être gérés en utilisant la signalisation GMPLS et ses protocoles d'acheminement.

Il est possible de configurer un nœud GMPLS à commuter le trafic provenant d'un LSP pour lequel il est la sortie, sur un autre LSP pour lequel il est l'entrée, sans exiger de signalisation ou d'extensions d'acheminement et que l'opération soit complètement transparente aux autres nœuds. Il va aussi en résulter un raccordement de LSP dans le plan des données. Cependant, le présent document ne couvre pas ce scénario de raccordement de LSP.

Table des Matières

1. Introduction.....	2
1.1 Spécification des exigences.....	2
2. Comparaison avec la hiérarchie de LSP.....	2
3. Usage.....	3
3.1 Déclencheurs pour l'établissement de segment de LSP.....	3
3.2. Applications.....	3
4. Aspects d'acheminement.....	3
5. Aspects de signalisation.....	4
5.1 Extensions de signalisation RSVP-TE.....	4
5.2 Résumé des procédures de raccordement de LSP.....	7
6. Considérations sur la sécurité.....	8
7. Considérations relatives à l'IANA.....	9
7.1 Fanions d'attributs pour l'objet LSP_ATTRIBUTES.....	9
7.2 Nouveaux codes d'erreur.....	9
8. Remerciements.....	10
9. Références.....	10
9.1 Références normatives.....	10
9.2 Références pour information.....	10
Adresse des auteurs.....	11
Déclaration complète de droits de reproduction.....	11

1. Introduction

Un chemin à commutation d'étiquettes (LSP, *Label Switched Path*) raccordé de commutation d'étiquette multi protocoles généralisée (GMPLS, *Generalized Multiprotocol Label Switching*) à ingénierie du trafic (TE, *Traffic Engineering*) est construit à partir d'un ensemble de différents "segments de LSP" (S-LSP) qui sont connectés ensemble dans le plan des données de telle façon qu'un seul LSP de bout en bout soit réalisé dans le plan des données. Dans le présent document, on définit le concept de raccordement de LSP et on détaille les mécanismes de plan de contrôle et les procédures (d'acheminement et de signalisation) pour le faire. Lorsque applicables, les similarités et différences entre la hiérarchie de LSP [RFC4206] et le raccordement de LSP sont soulignées. Les extensions à la signalisation requises pour le raccordement de LSP sont aussi décrites.

Il est possible de configurer un nœud GMPLS à commuter le trafic d'un LSP pour lequel il est la sortie, à un autre LSP pour lequel il est l'entrée, sans exiger aucune signalisation ou extensions d'acheminement et de telle façon que le fonctionnement soit complètement transparent aux autres nœuds. Il en résulte un raccordement de LSP dans le plan des données, mais exige une intervention de gestion au nœud où le raccordement est effectué. Avec le mécanisme décrit dans le présent document, le nœud qui effectue le raccordement n'exige pas de configuration de la paire de S-LSP pour qu'ils soient raccordés ensemble. Aussi, le raccordement de LSP comme il est défini ici résulte en un LSP de bout en bout dans les deux plans de contrôle et de données.

1.1 Spécification des exigences

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

2. Comparaison avec la hiérarchie de LSP

La hiérarchie de LSP ([RFC4206]) fournit les procédures de signalisation et d'acheminement de telle sorte que :

- a. Un LSP hiérarchique (H-LSP) peut être créé. Un tel LSP créé dans une couche peut apparaître comme une liaison de données aux LSP dans des couches supérieures. À ce titre, un ou plusieurs LSP dans une couche supérieure peuvent traverser ce H-LSP comme un seul bond ; on appelle cela "incorporation".
- b. Un H-LSP peut être géré et annoncé (bien que ce ne soit pas une exigence) comme une liaison à ingénierie du trafic (TE, *Traffic Engineering*). Annoncer un H-LSP comme liaison TE permet aux autres nœuds dans le domaine TE dans lequel il est annoncé d'utiliser ce H-LSP dans le calcul de chemin. Si la liaison TE H-LSP est annoncée dans la même instance de plan de contrôle (domaine TE) dans lequel le H-LSP a été provisionné, il est alors défini comme un LSP d'adjacence de transmission (FA-LSP, *forwarding adjacency LSP*) et les nœuds GMPLS peuvent former une adjacence de transmission (FA) sur ce FA-LSP. Il n'y a généralement pas d'adjacence d'acheminement entre les points d'extrémité d'une FA. Un H-LSP peut aussi être annoncé comme liaison TE dans un domaine TE différent. Dans ce cas, les points d'extrémité du H-LSP sont obligés d'avoir une adjacence d'acheminement entre eux.
- c. La signalisation RSVP ([RFC3473], [RFC3209]) pour l'établissement de LSP peut survenir entre des nœuds qui n'ont pas d'adjacence d'acheminement.

En cas de raccordement de LSP, au lieu d'un H-LSP, un segment de LSP (S-LSP) est créé entre deux nœuds GMPLS. Un S-LSP pour raccordement est considéré être l'équivalent moral d'un H-LSP pour l'incorporation. Un S-LSP créé dans une couche, à la différence d'un H-LSP, fournit une liaison de données aux autres LSP dans la même couche. Comme un H-LSP, un S-LSP pourrait être géré et annoncé, bien que ce ne soit pas exigé, comme une liaison TE, soit dans le même domaine TE où il a été provisionné, soit dans un domaine différent. Si il est annoncé ainsi, d'autres nœuds GMPLS peuvent utiliser la liaison TE de S-LSP correspondante dans le calcul de chemin. Alors qu'il y a une adjacence de transmission entre les points d'extrémité d'une liaison TE H-LSP, il n'y a pas d'adjacence de transmission entre les points d'extrémité d'une liaison TE S-LSP. Sous cet aspect, une liaison TE H-LSP ressemble plus étroitement à une liaison TE "de base" comparée à une liaison TE S-LSP.

Bien que la hiérarchie de LSP permette que plus d'un LSP soit transposé en H-LSP, en cas de raccordement de LSP, au plus un LSP peut être associé à un S-LSP. Donc, si le LSP-AB est un H-LSP entre les nœuds A et B, alors plusieurs LSP, disons les LSP1, LSP2, et LSP3, peuvent éventuellement être "incorporés dans" le LSP-AB. Ceci est réalisé en échangeant une étiquette unique pour chaque LSP1..3 sur le bond LSP-AB, séparant ainsi les données correspondant à chaque LSP1..3 lors

de la traversée du H-LSP LSP-AB. Chacun des LSP1..3 peut réserver de la bande passante sur le LSP-AB. Par ailleurs, si le LSP-AB est un S-LSP, alors au plus un LSP, disons LSP1, peut être raccordé au S-LSP LSP-AB. Le LSP-AB est alors dédié au LSP1, et aucun autre LSP ne peut être associé au LSP-AB. Toute la bande passante sur le S-LSP LSP-AB est allouée au LSP1. Cependant, comme pour les H-LSP, plusieurs S-LSP peuvent être groupés dans une liaison TE [RFC4201].

Les LSP1..3 qui sont soit incorporés dans, soit raccordés à, un autre LSP sont appelés des LSP e2e dans le reste du présent document. Les procédures d'acheminement spécifiques du raccordement de LSP sont détaillées à la Section 4.

La signalisation RSVP ciblée (non adjacente) définie dans la [RFC4206] est requise pour le raccordement de LSP d'un LSP e2e à un S-LSP. Les extensions spécifiques pour le raccordement de LSP sont décrites au paragraphe 5.1. Donc, dans le plan de contrôle, il y a une session RSVP qui correspond au LSP de bout en bout ainsi que une pour chaque S-LSP. La création et la terminaison d'un S-LSP peuvent être dictées par le contrôle administratif (provisionné statiquement) ou dues à une autre demande entrante de LSP (dynamique). Les déclencheurs pour la création dynamique d'un S-LSP peuvent être différents de ceux d'un H-LSP et seront décrits en détails au paragraphe 3.1.

3. Usage

3.1 Déclencheurs pour l'établissement de segment de LSP

Un S-LSP peut être créé soit par contrôle administratif (déclencheur par configuration) soit de façon dynamique due à une demande de LSP entrante. La hiérarchie de LSP [RFC4206] définit un déclencheur possible pour la création dynamique d'un FA-LSP en introduisant la notion de régions de LSP sur la base des capacités de commutation d'interface. Conformément à la [RFC4206], la création dynamique de FA-LSP peut être déclenchée sur un nœud quand une demande de LSP entrante franchit les frontières de région. Cependant, ce déclencheur NE DOIT PAS être utilisé pour la création d'un S-LSP pour le raccordement de LSP comme décrit dans le présent document. En cas de raccordement de LSP, les capacités de commutation du bond précédent et des liaisons TE du prochain bond DOIVENT être les mêmes. Donc, les politiques locales configurées sur le nœud DEVRAIENT être utilisées pour la création dynamique de segments de LSP.

D'autres déclencheurs possibles pour la création dynamique des H-LSP et des S-LSP incluent des cas où un LSP de bout en bout peut franchir des limites de domaine ou satisfaire à des politiques configurées en local sur le nœud comme décrit dans la [RFC5151].

3.2. Applications

Les procédures de raccordement de LSP décrites dans le présent document sont applicables aux nœuds GMPLS qui ont besoin d'associer un LSP de bout en bout à un autre S-LSP du même type de commutation et que les procédures de hiérarchie de LSP ne s'appliquent pas. Par exemple, si un LSP e2e lambda traverse une liaison TE de segment de LSP qui est aussi capable de commutation lambda, alors la hiérarchie de LSP n'est pas possible ; dans ce cas, la commutation de LSP peut être une option.

Les procédures de raccordement de LSP peuvent être utilisées pour la signalisation de LSP TE inter domaines pour raccorder un LSP inter domaines de bout en bout à un S-LSP TE local intra domaine ([RFC4726] et [RFC5151]).

Le raccordement de LSP peut aussi être utile dans des réseaux pour contourner des nœuds traditionnels qui peuvent n'avoir pas certaines nouvelles capacités dans le plan de contrôle et/ou plan des données. Par exemple, une utilisation suggérée dans le cas de LSP RSVP point à multipoints (P2MP) [RFC4875] est celle du raccordement de LSP pour raccorder un LSP RSVP P2MP à un segment de LSP entre des routeurs à commutation d'étiquette (LSR, *Label Switching Router*) à capacité P2MP dans le réseau. Le segment de LSP va traverser les LSR traditionnels qui peuvent être incapables d'agir comme points d'embranchement P2MP, les protégeant ainsi du contrôle P2MP et du chemin des données. Noter cependant, qu'une telle configuration peut limiter l'attractivité de RSVP P2MP et devrait être examinée avec attention avant son déploiement.

4. Aspects d'acheminement

Un S-LSP est créé entre deux nœuds GMPLS, et il peut traverser zéro ou plus nœuds GMPLS intermédiaires. Il n'y a pas d'adjacence de transmission entre les points d'extrémité d'une liaison TE S-LSP. Donc, bien que dans la topologie TE, les points d'extrémité d'une liaison TE S-LSP soient adjacents, dans le plan des données, ces nœuds n'ont pas d'adjacence. Donc, tout identifiant de ressource de plan des données entre ces nœuds est aussi sans signification.

Le trafic qui arrive à l'extrémité de tête du S-LSP est commuté dans le S-LSP de façon contiguë avec un échange d'étiquettes, et aucune étiquette n'est associée directement entre les nœuds d'extrémité du S-LSP lui-même.

Un S-LSP PEUT être traité et géré comme une liaison TE. Cette liaison TE PEUT être numérotée ou non numérotée. Pour une liaison TE S-LSP non numérotée, les schémas pour l'allocation et le traitement des identifiants de liaison locale et distante comme spécifié dans la [RFC3477] DEVRAIENT être utilisés. Quand c'est approprié, les informations de TE associées à une liaison TE S-LSP PEUVENT être arrosées via ISIS-TE [RFC4205] ou OSPF-TE [RFC4203]. Des mécanismes similaires à ceux des liaisons TE régulières (de base) DEVRAIENT être utilisés pour arroser les liaisons TE S-LSP. Annoncer ou arroser la liaison TE S-LSP n'est pas une exigence pour le raccordement de LSP. Si elles sont annoncées, ces informations de TE vont exister dans la base de données TE (TED, *TE Database*) et peuvent alors être utilisées pour le calcul de chemin par les autres nœuds GMPLS dans le domaine TE dans lequel elles sont annoncées. Quand on annonce ainsi des S-LSP, on devrait se souvenir que cela ajoute à la taille et la complexité de la base de données d'état de liaison.

Si un S-LSP est annoncé comme liaison TE dans le même domaine TE dans lequel il a été provisionné, il n'y a pas besoin d'une adjacence d'acheminement entre les points d'extrémité de cette liaison TE S-LSP. Si une liaison TE S-LSP est annoncée dans un domaine TE différent, les points d'extrémité de cette liaison TE DEVRAIENT avoir une adjacence d'acheminement entre eux.

Les paramètres TE définis pour une FA dans la [RFC4206] DEVRAIENT être utilisés aussi pour une liaison TE S-LSP. La capacité de commutation d'une liaison TE S-LSP DOIT être égale au type de commutation du S-LSP sous-jacent ; c'est-à-dire, une liaison TE S-LSP fourni une liaison de données aux autres LSP dans la même couche, de sorte qu'aucune hiérarchie n'est possible.

Un S-LSP NE DOIT PAS admettre plus d'un LSP de bout en bout à l'intérieur de lui. Si un S-LSP est alloué à un LSP de bout en bout, la bande passante non réservée DEVRAIT être réglée à zéro pour empêcher l'admission de tout autre LSP e2e dans le S-LSP.

Plusieurs S-LSP entre la même paire de nœuds PEUVENT être groupés en utilisant le concept de faisceau de liaison [RFC4201] en une seule liaison TE. Dans ce cas, chaque S-LSP composant peut être alloué à au plus un LSP de bout en bout. Quand un S-LSP composant est alloué à un LSP de bout en bout, la bande passante non réservée du composant DEVRAIT être réglée à zéro et la bande passante minimum et maximum du LSP de la liaison TE DEVRAIENT être recalculées. Cela va empêcher que plus d'un LSP soit calculé et admis sur un S-LSP.

5. Aspects de signalisation

Les nœuds d'extrémité d'un S-LSP peuvent ou non avoir une adjacence d'acheminement. Cependant, ils DEVRAIENT avoir une adjacence de signalisation (relation de voisin RSVP) et vont échanger des messages RSVP les uns avec les autres. Il peut, en fait, être souhaitable d'échanger les Hello RSVP directement entre les points d'extrémité du segment de LSP pour permettre la prise en charge de la récupération d'état durant les procédures de redémarrage en douceur, comme décrit dans la [RFC3473].

Afin de signaler un LSP de bout en bout sur un segment de LSP, les procédures de signalisation décrites au paragraphe 8.1.1 de la [RFC4206] DOIVENT être utilisées. Des extensions de signalisation supplémentaires pour le raccordement sont décrites au paragraphe suivant.

5.1 Extensions de signalisation RSVP-TE

Les extensions de signalisation décrites ici DOIVENT être utilisées pour le raccordement d'un LSP GMPLS de paquet ou non paquet e2e [RFC3473] à un S-LSP.

Raccorder un LSP de bout en bout à un segment de LSP implique le processus en deux étapes suivant :

1. Créer et préparer le S-LSP pour le raccordement en signalant le désir de raccordement entre les points d'extrémité du S-LSP ; et
2. Raccorder le LSP de bout en bout au S-LSP.

5.1.1 Création et préparation d'un segment de LSP pour le raccordement

Si un nœud GMPLS désire créer un S-LSP, c'est-à-dire, un à utiliser pour le raccordement, il DOIT alors l'indiquer dans le message Path pour le S-LSP. Cette signalisation informe explicitement le nœud de sortie du S-LSP que le nœud d'entrée est en train de programmer un raccordement sur le S-LSP. Comme un S-LSP n'est pas conceptuellement différent de tout autre LSP, signaler explicitement le "raccordement de LSP désiré" aide à clarifier les actions de plan des données à effectuer quand le S-LSP est utilisé par quelque autre LSP de bout en bout. Aussi, dans le cas de LSP de paquets, c'est ce qui permet à la sortie du S-LSP d'effectuer l'allocation d'étiquette comme on l'explique plus loin. Aussi, afin que le nœud d'extrémité de tête puisse s'assurer que les actions correctes de raccordement vont être effectuées au nœud de sortie, le nœud de sortie DOIT signaler ces informations en retour au nœud d'extrémité de tête dans le message Resv, comme on l'explique ci-dessous.

Afin de demander le raccordement de LSP sur le S-LSP, on définit un nouveau bit dans le TLV Fanions d'attributs de l'objet LSP_ATTRIBUTES défini dans la [RFC4420] :

Bit "raccordement de LSP désiré" : ce bit DEVRAIT être établi dans le TLV Fanions d'attributs de l'objet LSP_ATTRIBUTES dans le message Path pour le S-LSP par l'extrémité de tête du S-LSP qui désire le raccordement de LSP. Ce bit NE DOIT PAS être modifié par les autres nœuds dans le réseau. Les nœuds autres que de sortie du S-LSP DEVRAIENT ignorer ce bit. Le numéro de bit de ce fanion est défini au paragraphe 7.1.

Un segment de LSP ne peut être utilisé pour le raccordement que si le nœud de sortie du S-LSP est aussi prêt à participer au raccordement. Afin d'indiquer cela au nœud d'extrémité de tête du S-LSP, le nouveau bit suivant est défini dans le champ Fanions du sous objet Attributs de l'objet Record Route (RRO) : "raccordement de segment de LSP prêt". Le numéro de bit de ce fanion est défini au paragraphe 7.1.

Si un nœud de sortie du S-LSP qui reçoit le message Path prend en charge l'objet LSP_ATTRIBUTES et le TLV Fanions d'attributs, et reconnaît aussi le bit "raccordement de LSP désiré", mais ne peut pas prendre en charge le comportement de raccordement demandé, il DOIT alors renvoyer un message PathErr avec un code d'erreur de "Problème d'acheminement" et une valeur d'erreur de "Raccordement non pris en charge" au nœud d'extrémité de tête du S-LSP. La nouvelle valeur d'erreur est définie au paragraphe 7.2.

Si un nœud de sortie qui reçoit un message Path avec le bit "Raccordement de LSP désiré" établi dans le champ Fanions de l'objet LSP_ATTRIBUTES reçu reconnaît l'objet, le TLV Fanions d'attributs, et le bit et aussi prend en charge le comportement de raccordement désiré, alors il DOIT allouer une étiquette non NULLE pour ce S-LSP dans le message Resv correspondant. Aussi, afin que le nœud d'extrémité de tête puisse s'assurer que les actions (de transmission) d'étiquette correctes vont être effectuées par le nœud de sortie et que le S-LSP peut être utilisé pour le raccordement, le nœud de sortie DOIT établir le bit "Raccordement de segment de LSP prêt" défini dans le champ Fanions du sous objet Attribut RRO.

Finalement, si le nœud de sortie pour le S-LSP prend en charge l'objet LSP_ATTRIBUTES mais ne reconnaît pas le TLV Fanions d'attributs, ou prend aussi en charge le TLV mais ne reconnaît pas ce bit particulier, il DEVRAIT alors simplement ignorer la demande.

Un nœud d'entrée qui demande un raccordement de LSP DOIT examiner les fanions de sous objet Attributs RRO correspondant au nœud de sortie pour le S-LSP, pour s'assurer que les actions de raccordement sont effectuées au nœud de sortie. Il NE DOIT PAS utiliser le S-LSP pour un raccordement si le bit "Raccordement de segment de LSP prêt" est à zéro.

5.1.1.1 Étapes pour prendre en charge le saut d'avant dernier bond

Noter que ce paragraphe n'est applicable qu'aux LSP de paquets qui utilisent le saut de l'avant dernier bond (PHP, *Penultimate Hop Popping*) au dernier bond, où le nœud de sortie distribue l'étiquette NULLE implicite [RFC3032] dans l'étiquette Resv. Ces étapes NE DOIVENT PAS être utilisées pour un LSP non de paquets et pour les LSP de paquets où PHP n'est pas désiré.

Quand le nœud de sortie d'un S-LSP de paquets reçoit un message Path pour un LSP de bout en bout qui utilise le S-LSP, la sortie du S-LSP DEVRAIT d'abord vérifier si elle est aussi la sortie du LSP de bout en bout. Si le nœud de sortie est la sortie à la fois pour le S-LSP et le LSP TE de bout en bout, et que c'est un LSP de paquets qui requiert le PHP, alors le nœud DOIT renvoyer un message déclencheur de Resv pour le S-LSP avec une nouvelle étiquette correspondant à l'étiquette NULLE implicite ou explicite. Noter que cette opération ne cause aucune perturbation de trafic parce que le S-LSP ne porte aucun trafic à ce moment, car le LSP de bout en bout n'a pas encore été établi.

Si le LSP de bout en bout et le S-LSP sont bidirectionnels, l'entrée du LSP de bout en bout DEVRAIT d'abord vérifier si elle est aussi l'entrée du S-LSP. Si elle l'est, elle DEVRAIT produire à nouveau le message Path pour le S-LSP avec une étiquette amont NULLE implicite ou explicite, et procéder seulement alors à la signalisation du LSP de bout en bout.

5.1.2 Raccordement du LSP e2e au segment de LSP

Quand un nœud GMPLS reçoit une demande de LSP de bout en bout, selon le déclencheur applicable, il peut soit créer dynamiquement un S-LSP sur la base des procédures décrites ci-dessus, soit transposer un LSP de bout en bout en un S-LSP existant. Le type de commutation dans la demande d'étiquette généralisée du LSP de bout en bout DOIT être égal au type de commutation du S-LSP. Les autres contraintes comme le chemin explicite codé dans l'objet Chemin explicite (ERO, *Explicit Route object*) la bande passante, et les politiques TE locales DOIVENT aussi être utilisées pour le choix ou la signalisation de S-LSP. Dans l'un et l'autre cas, une fois qu'un S-LSP a été choisi pour un LSP de bout en bout, les procédures suivantes DOIVENT être respectées afin de raccorder un LSP de bout en bout à un S-LSP.

Le nœud GMPLS qui reçoit le message Path d'établissement de LSP de bout en bout DOIT utiliser les procédures de signalisation décrites dans la [RFC4206] pour envoyer le message Path au point d'extrémité du S-LSP. Dans ce message Path, le nœud DOIT identifier le S-LSP dans le RSVP_HOP. Un nœud de sortie qui reçoit ce RSVP_HOP devrait aussi être capable d'identifier la liaison TE S-LSP sur la base des informations signalées dans le RSVP_HOP. Si la liaison TE S-LSP est numérotée, alors le schéma d'adressage proposé dans la [RFC4206] DEVRAIT être utilisé pour numéroté la liaison TE S-LSP. Si la liaison TE S-LSP n'est pas numérotée, alors tout schéma proposé dans la [RFC3477] DEVRAIT être utilisé pour échanger les identifiants de liaison TE S-LSP entre les points d'extrémité du S-LSP. Si la liaison TE est en faisceau, le RSVP_HOP DEVRAIT identifier la liaison composante comme défini dans la [RFC4201].

Dans le cas d'un LSP TE bidirectionnel de bout en bout, une étiquette amont DOIT être signalée dans le message Path pour le LSP de bout en bout sur le bond S-LSP. Cependant, comme il n'y a pas d'adjacence de transmission entre les points d'extrémité de S-LSP, toute étiquette échangée entre eux n'a aucune signification. De sorte que le nœud PEUT choisir toute valeur d'étiquette pour l'étiquette amont. La valeur d'étiquette choisie et signalée par le nœud dans l'étiquette amont sort du domaine d'application du présent document et est spécifique de la mise en œuvre sur ce nœud. Le nœud de sortie qui reçoit ce message Path DOIT ignorer l'étiquette amont dans le message sur le bond de S-LSP.

Le nœud de sortie qui reçoit ce message Path DOIT signaler une étiquette dans le message Resv pour le LSP TE de bout en bout sur le bond de S-LSP. Là encore, comme il n'y a pas d'adjacence de transmission entre les nœuds de sortie et d'entrée de S-LSP, toute étiquette échangée entre eux n'a pas de signification. Donc, le nœud de sortie PEUT choisir toute valeur d'étiquette pour l'étiquette. La valeur d'étiquette choisie et signalée par le nœud de sortie sort du domaine d'application du présent document et est spécifique de la la mise en œuvre sur le nœud de sortie. Le nœud de sortie du S-LSP DEVRAIT aussi effectuer les opérations de plan des données afin que le trafic venant sur le S-LSP soit commuté sur le LSP de bout en bout en aval, si la sortie du LSP de bout en bout est un autre nœud en aval. Si le LSP de bout en bout est bidirectionnel, cela signifie d'établir la commutation d'étiquette dans les deux directions. Le message Resv provenant du nœud S-LSP de sortie est réacheminé par IP en retour au bond précédent (entrée du S-LSP). Le raccordement du nœud d'entrée d'un LSP TE de bout en bout à un S-LSP DOIT ignorer l'objet Étiquette reçu dans le Resv pour le LSP TE de bout en bout sur le bond de S-LSP. Le nœud d'entrée du S-LSP DEVRAIT aussi effectuer les opérations de plan des données afin que le trafic venant sur le LSP de bout en bout soit commuté dans le S-LSP. Il devrait aussi effectuer les actions pour traiter le trafic dans la direction opposée si le LSP de bout en bout est bidirectionnel.

Noter que la procédure d'échange d'étiquettes pour le raccordement de LSP sur le bond de S-LSP est similaire à celle de la hiérarchie de LSP sur le bond de H-LSP. La différence est l'absence de signification de cette étiquette entre les points d'extrémité de S-LSP en cas de raccordement. Donc, en cas de raccordement, les receveurs de l'étiquette amont/étiquette NE DOIVENT PAS traiter ces étiquettes. Aussi, au plus un LSP de bout en bout est associé à un S-LSP. Si un nœud à l'extrémité de tête d'un S-LSP reçoit un message Path pour un LSP de bout en bout qui identifie le S-LSP dans le ERO et que la bande passante du S-LSP a déjà été allouée à un autre LSP, les règles normales de préemption de RSVP-TE s'appliquent pour résoudre la compétition pour la bande passante de S-LSP. Si le LSP demande plus que ce que le S-LSP peut satisfaire, alors le nœud DEVRAIT renvoyer un PathErr avec les codes d'erreur décrits dans la [RFC3209].

5.1.3 Traitement de RRO pour les LSP e2e

Les procédures de RRO pour le S-LSP spécifique de raccordement de LSP sont déjà décrites au paragraphe 5.1.1. Dans ce paragraphe, on va regarder le traitement de RRO pour le LSP de bout en bout sur le bond de S-LSP.

Un LSP de bout en bout qui traverse un S-LSP DEVRAIT enregistrer dans le RRO pour ce bond, un identifiant correspondant à la liaison TE S-LSP. Ceci est applicable aux deux messages Path et Resv sur le bond de S-LSP. Si le S-LSP est numéroté, alors les sous objets Adresse IPv4 ou IPv6 [RFC3209] DEVRAIENT être utilisés pour enregistrer l'adresse de liaison TE S-LSP. Si le S-LSP n'est pas numéroté, alors le sous objet Identifiant d'interface comme décrit dans la [RFC3477] DEVRAIT être utilisé pour enregistrer l'identifiant de routeur et l'identifiant d'interface de la liaison TE S-LSP du nœud. Dans l'un et l'autre cas, le sous objet RRO DEVRAIT identifier le point d'extrémité de la liaison TE S-LSP.

Les liaisons ou nœuds intermédiaires traversés par le S-LSP lui-même NE DEVRAIENT PAS être enregistrés dans le RRO pour le LSP de bout en bout sur le bond de S-LSP.

5.1.4 Suppression des segments de LSP

La suppression de S-LSP suit les procédures standard définies dans les [RFC3209] et [RFC3473]. Cela inclut les procédures avec et sans réglage de l'état administratif. La suppression de S-LSP peut être initiée par le nœud d'entrée, de sortie, ou tout autre parmi les chemins de S-LSP. La suppression du S-LSP DEVRAIT être traitée comme un événement de défaillance pour le LSP de bout en bout qui lui est associé, et les procédures correspondantes de suppression ou récupération DEVRAIENT être déclenchées pour le LSP de bout en bout. En cas de suppression de S-LSP pour des raisons de maintenance, le nœud d'entrée de S-LSP PEUT traiter cela comme équivalent à une fermeture administrative d'une liaison TE le long du chemin de LSP de bout en bout et prendre les actions correspondantes pour notifier l'entrée de cet événement. Les procédures de signalisation réelles pour traiter cet événement sortent du domaine d'application du présent document.

5.1.5 Suppression de LSP e2e

La suppression de LSP de bout en bout suit aussi les procédures standard définies dans les [RFC3209] et [RFC3473] avec ou sans l'état administratif. Noter, cependant, que les procédures de suppression de LSP de bout en bout et de S-LSP sont indépendantes les unes des autres. Donc, il est possible qu'alors qu'un LSP suit la suppression en douceur avec état administratif, l'autre LSP soit supprimé sans état administratif (en utilisant PathTear/ResvTear/PathErr avec suppression d'état).

Quand la suppression d'un LSP de bout en bout est initiée de l'extrémité de tête, et qu'un PathTear arrive au nœud de raccordement GMPLS, le message PathTear comme le message Path DOIVENT être acheminés par IP au nœud de sortie du segment de LSP avec l'adresse IP de destination du message Path réglée à l'adresse du nœud d'extrémité du S-LSP. L'alerte de routeur DOIT être désactivée et la vérification du TTL RSVP DOIT être désactivée sur le nœud receveur. PathTear va résulter en la suppression des états RSVP correspondants au LSP de bout en bout et en la libération des allocations d'étiquette et des réservations de bande passante sur le S-LSP. La bande passante non réservée sur la liaison TE S-LSP DEVRAIT être réajustée.

De même, une suppression du LSP de bout en bout peut être initiée par l'extrémité de queue soit en utilisant un ResvTear soit avec un PathErr avec suppression d'état. La sortie du S-LSP DOIT propager le ResvTear/PathErr vers l'amont, et DOIT utiliser l'adressage IP pour cibler l'entrée du segment de LSP.

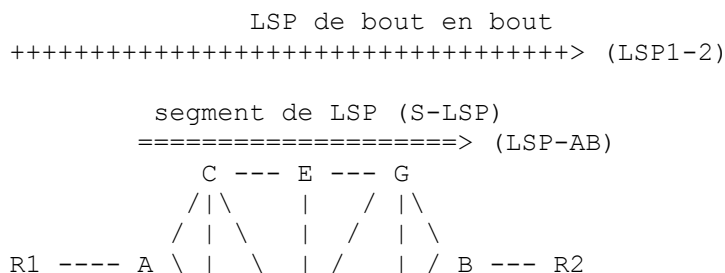
La suppression de LSP en douceur en utilisant ADMIN_STATUS comme décrit dans la [RFC3473] est aussi applicable aux LSP raccordés.

Si le S-LSP a été provisionné de façon statique, la suppression d'un LSP de bout en bout PEUT ne pas résulter en la suppression du S-LSP. Si, cependant, le S-LSP a été établi de façon dynamique par suite d'une demande d'établissement au LSP de bout en bout, alors, selon la politique locale, le S-LSP PEUT être supprimé si aucun LSP de bout en bout n'utilise le S-LSP. Bien que le S-LSP puisse être supprimé pendant que le LSP de bout en bout est supprimé, il est RECOMMANDÉ qu'un délai soit introduit pour la suppression du S-LSP une fois que la suppression du LSP de bout en bout est achevée, afin de réduire la génération simultanée de messages d'erreur RSVP et de suppression dus à plusieurs événements. Le délai peut être fondé sur la mise en œuvre locale. L'intervalle RECOMMANDÉ est 30 secondes.

5.2 Résumé des procédures de raccordement de LSP

5.2.1 Exemple de topologie

La topologie suivante va être utilisée comme exemples cités dans les paragraphes qui suivent.



```

      \ |      \ | /      | /
      D --- F --- H

      PATH
      =====> (raccordement de LSP désiré)
      RESV
      <===== (raccordement de segment de LSP prêt)

      PATH (Étiquette amont)
      ++++++
+++++++
<+++++
      ++++++
      RESV (Étiquette)

```

5.2.2 Établissement de segment de LSP

Considérons un S-LSP LSP-AB établi entre deux nœuds A et B qui sont éloignés de plus d'un bond. Le nœud A envoie un message Path pour le LSP-AB avec "raccordement de LSP désiré" établi dans le champ Fanions de l'objet LSP_ATTRIBUTES. Si le nœud de sortie B est prêt à effectuer les procédures de raccordement, alors B va répondre avec "raccordement de segment de LSP prêt" établi dans le champ Fanions du sous objet Attributs RRO dans le RRO envoyé dans le Resv pour le S-LSP. Une fois que A a reçu le Resv pour le LSP-AB et voit ce bit établi dans le RRO, il peut alors utiliser LSP-AB pour le raccordement. Le nœud A ne peut pas utiliser le LSP-AB pour le raccordement si le bit est à zéro dans le RRO.

5.2.3 Établissement d'un LSP e2e

Considérons un LSP de bout en bout LSP1-2 qui commence un bond avant A sur R1 et se termine sur le nœud R2, comme montré ci-dessus. Si le S-LSP a été annoncé comme une liaison TE dans le domaine TE, et si R1 et A sont dans le même domaine, alors R1 peut calculer un chemin pour LSP1-2 sur le S-LSP LSP-AB et identifier le bond LSP-AB dans le ERO. Sinon, R1 peut calculer les bonds entre A et B et A peut utiliser ces bonds ERO pour le choix de S-LSP ou pour signaler un nouveau S-LSP. Si R1 et A sont dans des domaines différents, alors LSP1-2 est un LSP inter domaines. Dans ce cas, le S-LSP LSP-AB, comme toute autre liaison TE de base dans le domaine, ne va pas être annoncé en-dehors du domaine. R1 va utiliser le calcul de chemin par domaine [RFC5152] ou le calcul fondé sur le PCE [RFC4655] pour le LSP1-2.

5.2.4 Raccordement d'un LSP e2e dans un segment de LSP

Quand le message Path pour le LSP de bout en bout LSP1-2 arrive au nœud A, A confronte le type de commutation de LSP1-2 à celui du S-LSP LSP-AB. Si les types de commutation ne sont pas égaux, le LSP-AB ne peut alors pas être utilisé pour raccorder LSP1-2. Une fois que le S-LSP LSP-AB auquel le LSP1-2 va être raccorder a été déterminé, le message Path pour LSP1-2 est envoyé (via l'acheminement IP, si nécessaire) au nœud B avec le IF_ID RSVP_HOP qui identifie le S-LSP LSP-AB. Quand B reçoit ce message Path pour le LSP1-2, si B est aussi la sortie pour LSP1-2, et si c'est un LSP de paquets qui demande le PHP, alors B va envoyer un Resv de rafraîchissement pour le LSP-AB avec l'étiquette NULLE. Dans ce cas, comme B n'est pas la sortie, le message Path pour LSP1-2 est propagé à R2. Le Resv pour LSP1-2 provenant de B est renvoyé à A avec une valeur d'étiquette choisie par B. B établit aussi son plan des données pour échanger l'étiquette envoyée à G ou H sur le S-LSP avec l'étiquette reçue de R2. Le nœud A ignore l'étiquette à réception du message Resv et propage le Resv à R1. A établit aussi son plan des données pour échanger l'étiquette envoyée à R1 avec l'étiquette reçue sur le S-LSP de C ou D. Cela raccorde le LSP de bout en bout LSP1-2 à un S-LSP LSP-AB entre les nœuds A et B. Dans le plan des données, cela donne une série d'échanges d'étiquettes de R1 à R2 le long du LSP de bout en bout LSP1-2.

6. Considérations sur la sécurité

Du point de vue de la sécurité, les changements introduits dans le présent document prennent modèle sur les changements introduits par la [RFC4206]. C'est-à-dire, l'interface de contrôle sur laquelle les messages RSVP sont envoyés ou reçus n'a pas besoin d'être la même que l'interface de données que le message identifie pour commuter le trafic. Mais la capacité de cette fonction a été introduite dans la [RFC3473] de prendre en charge le concept de canaux de contrôle hors de la fibre, de sorte qu'il n'y a rien de nouveau dans ce concept pour la signalisation ou la sécurité.

L'application de cette facilité signifie que "l'interface envoyeuse" ou "l'interface receveuse" peut changer lorsque l'acheminement change. Donc ces interfaces ne peuvent pas être utilisées pour établir des associations de sécurité entre des voisins, et les associations de sécurité DOIVENT être liées aux voisins communicants eux-mêmes.

La [RFC2747] donne une solution à ce problème : au paragraphe 2.1, sous "Identifiant de clé", une adresse IP est un identifiant valide pour l'interface d'envoi (et par analogie, de réception). Comme les messages RSVP pour un certain LSP sont envoyés à une adresse IP qui identifie le prochain/précédent bond pour le LSP, on peut remplacer toutes les occurrences d'interface envoyeuse/receveuse par l'adresse IP du, respectivement, receveur/envoyeur. Par exemple, à la Section 4, le troisième paragraphe, au lieu de : "Chaque envoyeur DEVRAIT avoir des associations de sécurité (et clés) distinctes par interface d'envoi sécurisée (ou LIH). ... Chez l'envoyeur, le choix de l'association de sécurité se fonde sur l'interface à travers laquelle le message est envoyé."

devrait se lire comme : "Chaque envoyeur DEVRAIT avoir des associations de sécurité (et clés) distinctes par adresse IP de receveur sécurisée. ... Chez l'envoyeur, le choix de l'association de sécurité se fonde sur l'adresse IP à laquelle le message est envoyé."

Donc, les mécanismes de la [RFC2747] peuvent être utilisés sans changement pour établir des associations de sécurité entre les voisins du plan de contrôle.

Le présent document permet que l'adresse de destination IP des messages Path et PathTear soit l'adresse IP d'un nœud de prochain bond (adresse de receveur) au lieu de l'adresse de destination de la session RSVP. Cela signifie que l'utilisation de l'en-tête d'authentification IPsec (AH) (exclue dans la [RFC2747] parce que les messages RSVP étaient encapsulés dans les paquets IP adressés à la destination ultime des messages Path ou PathTear) est maintenant parfaitement applicable, et que les procédures IPsec standard peuvent être utilisées pour sécuriser les échanges de message.

Une analyse des problèmes de la sécurité de GMPLS se trouve dans la [RFC5920].

7. Considérations relatives à l'IANA

L'IANA a fait les allocations de codets suivantes pour le présent document.

7.1 Fanions d'attributs pour l'objet LSP_ATTRIBUTES

Le registre "Paramètres TE RSVP" inclut le registre "Fanions d'attributs".

L'IANA a alloué le nouveau bit (5) défini pour le TLV Fanions d'attributs dans l'objet LSP_ATTRIBUTES.

Bit de raccordement de LSP - bit numéro 5

Ce bit est seulement utilisé dans le TLV Fanions d'attributs sur un message Path.

Le bit "raccordement de LSP désiré" à un bit correspondant "Raccordement de segment de LSP prêt" (bit numéro 5) à utiliser dans le sous objet Attributs de RRO.

Le texte suivant a été inclus dans le registre :

N° de bit	Nom	Fanions d'attribut Path	Fanions de chemin Resv	RRO	Référence
5	raccordement de LSP désiré	Oui	Non	Oui	[RFC5150]

7.2 Nouveaux codes d'erreur

Le registre "Paramètres du protocole de réservation de ressource (RSVP)" inclut le sous registre "Codes d'erreur et sous codes de valeur d'erreur définies mondialement".

L'IANA a alloué un nouveau sous code d'erreur (30) sous le code d'erreur RSVP "Problème d'acheminement" (24).

Ce code d'erreur (30) est à utiliser seulement dans un PathErr RSVP.

Le texte suivant a été inclus dans le registre :

24	Problème d'acheminement	[RFC3209]
----	-------------------------	-----------

30 Raccordement non pris en charge [RFC5150]

8. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Dimitri Papadimitriou et Igor Bryskin de leur relecture attentive du document et des discussions le concernant.

9. Références

9.1 Références normatives

- [RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. (MàJ par [RFC8174](#))
- [RFC2747] F. Baker, B. Lindell, M. Talwar, "[Authentification cryptographique RSVP](#)", janvier 2000. (MàJ par [RFC3097](#)) (P.S.)
- [RFC3209] D. Awduche, et autres, "[RSVP-TE : Extensions à RSVP pour les tunnels LSP](#)", décembre 2001. (Mise à jour par [RFC3936](#), [RFC4420](#), [RFC4874](#), [RFC5151](#), [RFC5420](#), [RFC6790](#))
- [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, [8359](#))
- [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.)
- [RFC4420] A. Farrel et autres, "Codage des attributs pour l'établissement de chemin à commutation d'étiquettes (LSP) de la commutation d'étiquettes multiprotocoles (MPLS) en utilisant le protocole de réservation de ressources avec extensions d'ingénierie de trafic (RSVP-TE)", février 2006. (MàJ [RFC3209](#), [RFC3473](#)) (P.S. : *Obsolète, voir [RFC 5420](#).*)

9.2 Références pour information

- [RFC3032] E. Rosen et autres, "[Codage de pile d'étiquettes](#) MPLS", janvier 2001. (Info. ; MàJ par [RFC9017](#))
- [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.)
- [RFC4201] K. Kompella et autres, "[Faisceaux de liaisons](#) dans l'ingénierie du trafic MPLS", octobre 2005. (P.S.)
- [RFC4203] K. Kompella et autres, "[Extensions OSPF](#) pour la prise en charge de la commutation généralisée d'étiquettes multi-protocoles (GMPLS)", octobre 2005. (MàJ [RFC3630](#)) (P.S.)
- [RFC4205] K. Kompella et Y. Rekhter, éd., "Extensions de système intermédiaire à système intermédiaire (IS-IS) pour la prise en charge de la commutation généralisée d'étiquettes multiprotocoles (GMPLS)", octobre 2005. (*Obsolète, voir [RFC5307](#)*) (MàJ [RFC3784](#))
- [RFC4655] A. Farrel, J.-P. Vasseur et J. Ash, "[Architecture fondée sur l'élément de calcul de chemin](#) (PCE)", août 2006.
- [RFC4726] A. Farrel et autres, "Cadre pour l'ingénierie de trafic inter domaine de commutation d'étiquettes multi protocoles", novembre 2006. (*Information*)
- [RFC4875] R. Aggarwal et autres, "[Extensions au protocole de réservation](#) de Ressource avec ingénierie du trafic (RSVP-TE) pour chemins à commutation d'étiquettes (LSP) en point à multipoint", mai 2007 (MàJ par [RFC6510](#)). (P.S.)
- [RFC5151] A. Farrel et autres, "MPLS inter-domaine et GMPLS à ingénierie du trafic – extensions du protocole de

réserve de ressource à ingénierie du trafic (RSVP-TE)", février 2008. (MàJ [RFC3209](#), [RFC3473](#)) (P.S.)

[RFC5152] JP. Vasseur et autres, "Méthode de calcul de chemin par domaine pour établir des chemins de commutation d'étiquettes (LSP) à ingénierie du trafic inter domaine", février 2008. (P.S.)

[RFC5920] L. Fang, "Cadre de sécurité pour réseaux MPLS et GMPLS", juillet 2010. (Information)

Adresse des auteurs

Arthi Ayyangar
Juniper Networks
1194 N. Mathilda Avenue
Sunnyvale, CA 94089
mél : arthi@juniper.net

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

JP Vasseur
Cisco Systems, Inc.
300 Beaver Brook Road
Boxborough, MA 01719
mél : jpv@cisco.com

Adrian Farrel
Old Dog Consulting
mél : adrian@olddog.co.uk

Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (C) The IETF Trust (2008).

Le présent document est soumis aux droits, licences et restrictions contenus dans le BCP 78, et à www.rfc-editor.org, et sauf pour ce qui est mentionné ci-après, les auteurs conservent tous leurs droits.

Le présent document et les informations contenues sont fournis sur une base "EN L'ÉTAT" et le contributeur, l'organisation qu'il ou elle représente ou qui le/la finance (s'il en est), la INTERNET SOCIETY et la INTERNET ENGINEERING TASK FORCE déclinent toutes garanties, exprimées ou implicites, y compris mais non limitées à toute garantie que l'utilisation des informations encloses ne viole aucun droit ou aucune garantie implicite de commercialisation ou d'aptitude à un objet particulier.

Propriété intellectuelle

L'IETF ne prend pas position sur la validité et la portée de tout droit de propriété intellectuelle ou autres droits qui pourraient 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 le 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.