

RSVP-TE

Ressource Reservation Protocol Traffic Engineering

Index

1 MPLS MultiProtocol Label Switching.....	3
1.1 Introduction.....	3
1.2 Présentation.....	3
1.3 Principe de base.....	3
1.4 Définition.....	4
1.5 Fonctionnement.....	6
2 MPLS/TE Traffic Engineering.....	7
3 Le protocole RSVP-TE.....	8
3.1 Présentation.....	8
3.2 Architecture de communication : messages et objets.....	8
3.3 Création de LSP.....	9
3.4 Le routage.....	11
3.5 Autres fonctions.....	12
3.6 Comparaison RSVP-TE CR-LSP.....	13
4 Conclusion.....	15
5 Glossaire.....	16
6 Bibliographie.....	17

1 MPLS MultiProtocol Label Switching

1.1 Introduction

Les Internet Service Provider (ISPs) doivent constamment relever le défi de faire évoluer leur réseau afin de soutenir des taux de croissance extrêmement rapide tout en maintenant une infrastructure fiable pour les applications nécessitant de la Qualité de Service (QoS).

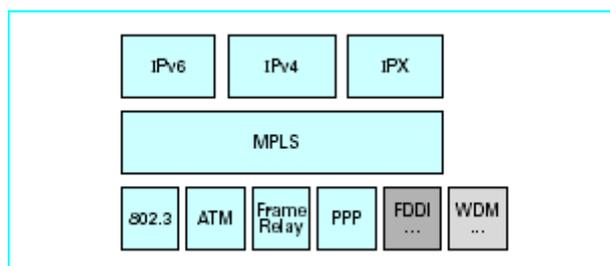
MultiProtocol Label Switching (MPLS) a émergé comme étant « la technologie » à mettre en place sur le réseau Internet parce qu'elle supporte le « Traffic engineering » qui permet de transporter de grand volume de trafic utilisateur le long de chemin prédéterminé (LSP) à travers le réseau du fournisseur de service.

Cet exposé décrit comment le protocole de réservation de ressource (RSVP) a été étendu afin de supporter le traffic engineering (RSVP-TE) et d'automatiser l'établissement de LSP à travers les réseaux d'ISP. La première partie présente brièvement le protocole MPLS, le deuxième chapitre expliquera ce qu'est le « traffic engineering » puis nous présenterons le protocole RSVP et son extension TE.

1.2 Présentation

MPLS a été développé à partir de 1997 avec la création de l' « IETF MPLS working group » suite à la présentation faite par trois constructeurs, Cisco, Ipsilon et IBM, de leur technologie de commutation par label respectivement le Tag Switching, IP Switching et ARIS. Le premier document (draft-ietf-mpls-framework-01.txt) est publié le 2 Août 1999 et MPLS a été normalisé avec la RFC 3031 en Janvier 2001.

L'architecture MPLS repose sur des mécanismes de commutation de labels associant la couche 2 du modèle OSI (commutation) avec la couche 3 du modèle OSI (routage). Le premier principe de cette commutation de labels est de remplacer les traitements longs et complexes associés au relaiage de paquets IP (couche 3) par un traitement plus simple basé sur un en-tête inséré entre ceux de la couche 2 et de la couche 3. On dit souvent que MPLS est un protocole de niveau 2,5.



Le champ protocole=0x8847 de la couche 2 permet d'identifier le champ suivant comme étant un label MPLS.

1.3 Principe de base

Dans un réseau IP classique, chaque routeur décide, en fonction de l'adresse de destination contenue dans l'en-tête d'un paquet, si celui-ci est destiné à un des sous réseaux directement connectés ou, dans le cas contraire, vers quel routeur voisin il doit faire suivre le paquet. Pour prendre cette décision, il utilise le contenu de la table de routage, laquelle est construite par les protocoles de routage. Cette table associée à des préfixes d'adresses IP détermine le prochain routeur sur le chemin menant vers le réseau

de destination. Ce préfixe pouvant être de longueur variable et l'ordre n'étant pas imposé dans la table de routage, le routeur doit examiner l'ensemble de la table de routage pour décider quelle est l'entrée de la table qui correspond le mieux à l'adresse de destination du paquet. Ce traitement est relativement coûteux du fait de la taille sans cesse croissante des tables de routage du cœur de l'Internet (146 000 entrées aujourd'hui).

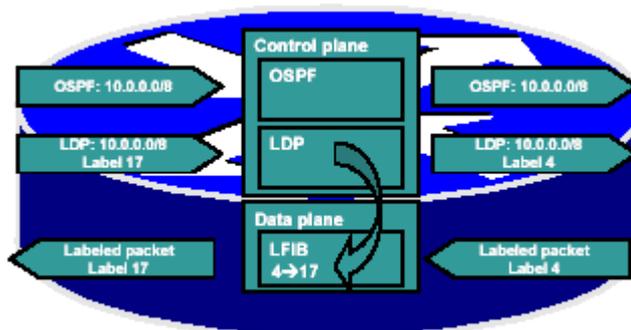
La commutation de labels permet de réduire fortement le coût de cette recherche dans la mesure où elle n'est plus effectuée dans les équipements du cœur de réseau. En fait, chaque équipement interne au cœur de réseau, les **LSR (Label Switch Router)**, effectue une seule fois la recherche au moment de la création du chemin, le **LSP (Label Switch Path)**.

Pour cela, un label est ajouté dans chaque paquet par les routeurs en frontière du domaine, les **LER (Label Edge Router)**. Ce label est attribué en fonction d'une table de commutation: la **FEC (Forwarding Equivalence Class)** qui permet d'associer un paquet à un label en fonction de différents critères parmi lesquels on retrouve généralement l'adresse de destination du paquet mais aussi éventuellement d'autres informations contenues dans le paquet.

Les décisions de relaying par les LSR se font sur la base du label ajouté au paquet. Tous les paquets comportant un même label sont traités de la même manière par les commutateurs de labels. Ils subissent le même traitement de relaying et suivent le même LSP jusqu'à la sortie du réseau. Les LSR disposent d'une table de commutation contenant pour chaque label entrant, l'interface de sortie et un label sortant, c'est la **LFIB (Label Forwarding Information Base)**.

MPLS repose sur deux composants distincts pour prendre ses décisions:

- Le plan de contrôle (Control plane), qui permet d'échanger les informations de routage (niveau 3) ainsi que les labels (protocole d'échange de label: LDP) afin de maintenir les informations de la table de commutation des labels (Label Forwarding Information Base: LFIB).
- Le plan de données (Data plane), qui permet de transmettre les paquets en fonction des labels. C'est le commutateur de labels.



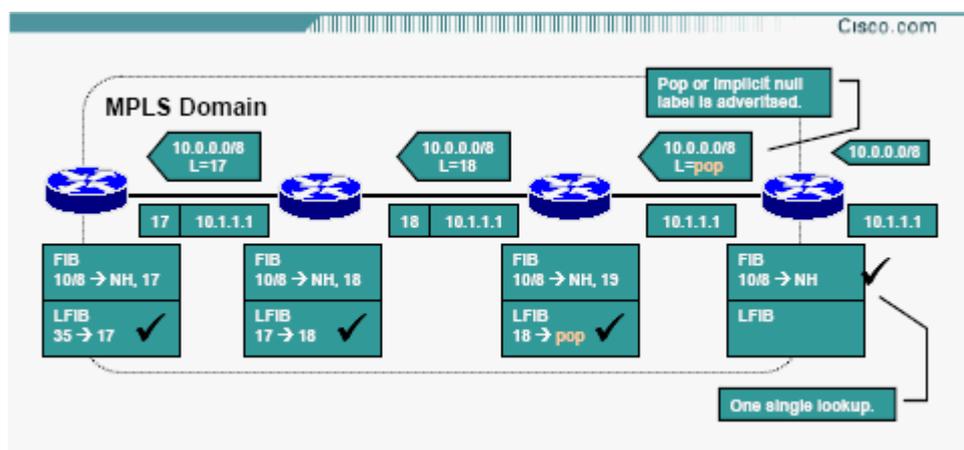
1.4 Définition

- **Label:** MPLS utilise un court identifiant (sur 32 bits) qui est inséré entre la couche 2 et la couche 3 afin d'identifier le LSP auquel le paquet est attribué.



- LABEL (20 bits): identifiant du label
 - EXP (3 bits): Experimental Field, utilisé pour définir les classes de services (i.e. IP précedence)
 - S (1 bit): Stack Bit, MPLS permet l'insertion de plusieurs labels dans le même paquet, ce bit, lorsqu'il est à 1, permet d'identifier si ce label est le dernier du paquet
 - TTL (8 bits): Time To Live
-
- **Forwarding Equivalence Class (FEC)** : Classe d'équivalence dans laquelle on trouve un ensemble de paquets IP transmis de la même manière, et suivant le même chemin (LSP) au sein du réseau.
 - **Label Forwarding Information Base (LFIB)** : C'est la table dans laquelle on trouve les informations sur la commutation des labels (numéro du label, interface d'entrée -- numéro du label, interface de sortie).
 - **Label Edge Router (LER)** : C'est un routeur qui fait l'interface entre le réseau MPLS et l'extérieur, il possède des interfaces connectées au réseau MPLS et des interfaces IP traditionnelles. Il existe deux catégories de LER:
 - Le MPLS Ingress Node ou routeur d'entrée MPLS gère le trafic entrant sur le réseau MPLS, il ajoute un label à chaque paquet IP en fonction de la FEC et le transmet sur le bon LSP.
 - Le MPLS Egress Node ou routeur de sortie MPLS gère le trafic sortant sur le réseau MPLS, il retire le label du paquet et le transmet en fonction des entrées dans sa table de routage.
 - **Label Switch Router (LSR)** : C'est un routeur du réseau MPLS qui fait office de commutateur de labels, il est capable de transmettre les paquets en s'appuyant uniquement sur le mécanisme d'identification des labels et de la LFIB
 - **Label Switch Path (LSP)** : C'est un chemin établi au travers des LSR pour rejoindre les LER au sein d'un même réseau MPLS en fonction des tables FEC et LFIB. Il est établi grâce aux labels et peut être créé statiquement ou dynamiquement. Les LSP sont unidirectionnels, chaque LSP est créé sur le chemin le plus court sélectionné par l'IGP. MPLS/TE peut être utilisé pour changer le chemin par défaut du LSP.
 - **Penultimate Hop Popping (PHP)** : C'est la technique d'optimisation qui évite au LER de sortie d'effectuer une double recherche dans la table de routage et dans la LFIB. Le penultimate node est le routeur précédent le routeur LER pour un LSP donné au sein d'un réseau MPLS, c'est en général le dernier LSR. Lorsque le paquet arrive sur le Penultimate node, celui-ci regarde dans sa table LFIB l'interface de sortie correspondant au label, extrait le label du paquet puis le transmet sur l'interface dans le bon LSP mais sans ajouter de label. Le LER va donc recevoir un paquet sans label et va donc utiliser sa table de routage afin de déterminer la prochaine destination du paquet.
 - **Label Distribution protocol (LDP)** : C'est le protocole utilisé par le plan de contrôle afin d'échanger les labels (entre les routeurs adjacents) et de mettre à jour les différentes tables de routage (FIB et LFIB).

1.5 Fonctionnement



- Le réseau 10.0.0.0/8 est annoncé sur le routeur d'accès au réseau MPLS via les protocoles de routage interne.
- Le LER de sortie précise au routeur le précédant le label « POP » pour Penultimate Hop Popping
- Le chemin est ensuite annoncé via le protocole LDP
- Lorsqu'un paquet arrive sur le réseau MPLS avec en destination l'adresse 10.1.1.1, le LER d'entrée regarde dans ses tables de routage (FIB et LFIB) et insère le label 17 au paquet avant de l'envoyer sur le LSP.
- Les LSR de cœur de réseau en recevant le paquet regardent dans l'en-tête le label et font la correspondance grâce à la table LFIB avant de commuter le paquet avec le nouveau label sur la bonne interface.
- L'avant dernier routeur du réseau (le dernier LSR) en recevant le paquet regarde le label et voyant le paramètre POP dans sa LFIB retire le label avant de l'envoyer au LER de sortie.
- Le LER de sortie reçoit un paquet sans label et utilise donc sa table de routage traditionnel pour router le paquet vers la bonne destination.

2 MPLS/TE Traffic Engineering

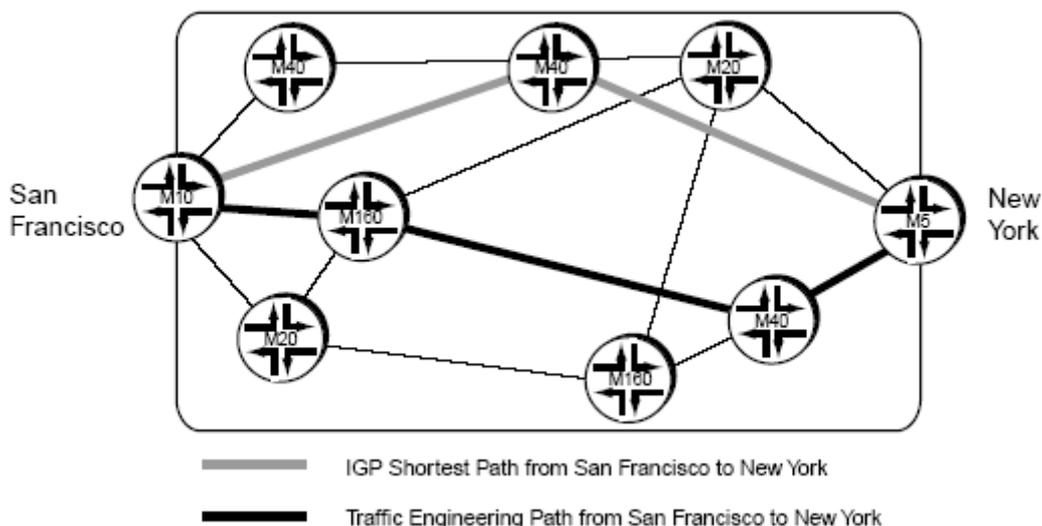
L'ingénierie de trafic est une des principales applications de MPLS, elle permet de répartir la charge sur l'ensemble du réseau en établissement des chemins explicitement routés et en contrôlant la répartition du trafic sur différente liaison afin d'éviter la sous-utilisation de certaine partie du réseau.

Le fonctionnement par défaut de MPLS est de construire les LSP en fonction des informations de routage et égal au « plus court chemin » sélectionné par le protocole de routage IGP. Cela entraîne la plus part du temps l'apparition de liaison surchargée ou sous utilisée.

MPLS/TE est utilisé pour créer des LSP qui diverge du « plus court chemin ». CR-LDP et RSVP-TE sont utilisés pour créer ces LSP. MPLS/TE support la génération automatique de LSP mais permet aussi de spécifier explicitement par ou doit passer le LSP. CR-LDP et RSVP-TE permettent en outre d'associer des caractéristiques de qualité de service aux chemins et de subordonner l'établissement des LSP à la disponibilité de ressources dans les équipements intermédiaires. MPLS/TE autorise la mise en place de fonctions évoluées de partage de charge et de routage différencié en fonction d'informations contenues dans l'en-tête du paquet ou de l'interface d'entrée. Il suffit pour cela de créer un ou plusieurs chemins concurrents pour une FEC donnée et de décider de la route empruntée en fonction d'informations complémentaires : champ dans l'en-tête IP, provenance du paquet, état d'occupation des liens, etc.

Le Traffic Engineering permet donc de mapper le flux de trafic par rapport à la topologie physique du réseau. Il fournit la capacité d'écarter le flux de trafic du « plus court chemin » calculé par l'IGP et de passer par des chemins moins utilisé. Le but du Traffic Engineering est d'équilibrer la charge du trafic sur diverse liens ou routeurs dans le réseau afin qu'aucun de ces composant ne soit sur ou sous utilisés. Cela permet donc à un ISP d'exploiter entièrement son infrastructure de réseau.

Figure 1: Traffic Engineering



Un algorithme (Dijkstra modifié) calcul le meilleur chemin basé sur les contraintes demandé et en utilisant les informations de topologie reçut par le protocole de routage (IGP + son extension TE) comme les informations de bande passante (max physique, max réservable, disponibilité par classe de service), l'identification du lien, le métrique TE, ou les attributs.

3 Le protocole RSVP-TE

3.1 Présentation

RSVP-TE est une extension du protocole **RSVP (Ressource ReSerVation Protocol)** pour les réseaux MPLS. Il permet de prendre en compte la notion de Qualité de Service et d'ingénierie trafic.

RSVP-TE est l'un des deux principaux protocoles utilisés par le MPLS pour la création des routes. L'autre étant CR-LDP. Ils effectuent du routage « **explicite** » : ils créent des tunnels de données unidirectionnels qui prendront toujours le même chemin. L'avantage est de pouvoir, en cas de coupure ou congestion, forcer le trafic par un autre chemin ou par une route de secours contrairement aux protocoles courants tel BGP ou OSPF qui s'appuient seulement sur la topologie en cherchant le chemin le plus court. **De cette manière, MPLS effectue une gestion rationnelle du trafic.** Les données nécessitant un traitement rapide, comme la voix, prendront le chemin le plus rapide tandis que la data, sera routée vers un chemin un peu plus long.

RSVP-TE est un protocole soft state. La liaison n'est établie que pendant la durée spécifiée par des timers envoyés dans les messages de demande de réservation. Il faut donc régulièrement rétablir la liaison.

RSVP-TE supporte de multiples fonctionnalités :

- La création de LSP,
- Le routage explicite,
- Le smooth rerouting,
- La préemption,
- La détection de boucles,
- ...

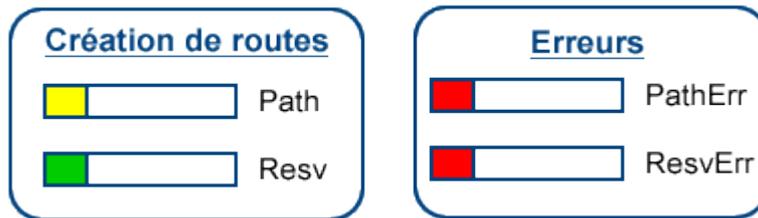
3.2 Architecture de communication : messages et objets

Nous allons ici présenter l'architecture, les principes de fonctionnement ainsi que les mécanismes mis en œuvre afin d'assurer la bonne mise en œuvre de RSVP-TE. Nous étudierons aussi les avantages qu'il amène dans certains domaines, notamment dans celui du re-routage de trafic. Afin de ne pas embrouiller le lecteur avec la complexité du protocole, nous nous placerons tout d'abord dans un cas simple pour ensuite approfondir les diverses spécificités du protocole.

Les nœuds du nuage MPLS doivent pouvoir communiquer ensemble afin de garantir leur fonction de routage. Le protocole RSVP-TE répond à ce besoin en définissant des **types messages** et **des objets**. Un message est caractérisé par sa propre structure ainsi que par **les objets qu'il inclut**. A chaque objet, on peut attribuer une fonction particulière.

On peut distinguer deux grands types de messages.

- Ceux pour la création des routes : **Path et Resv**
- Ceux pour le contrôle (remontées d'erreurs, etc) : **PathErr et ResvErr**

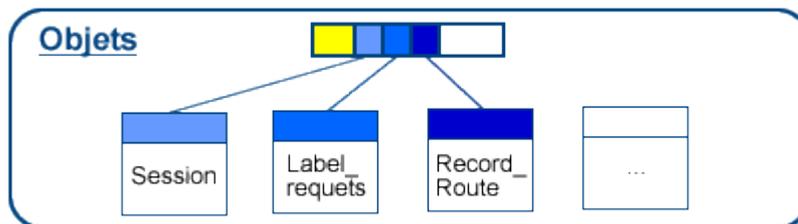


Il existe aussi différents objets.

- **SESSION** : C'est un objet qui identifie une session entre un nœud d'entrée et un nœud de sortie.
- **SENDER_TEMPLATE et FILTER_SPEC** : La combinaison de ces objets permet d'identifier un LSP.

Note : Les objets SESSION, SENDER_TEMPLATE et FILTER_SPEC identifient de manière unique un LSP.

- **LABEL_REQUEST** : Cet objet indique une demande de réservation de labels. Il est véhiculé dans le message Path (downstream). La liaison des labels est effective lors du passage du message Resv (upstream). Il fournit aussi des renseignements sur le protocole de la couche réseau (L3PID : Layer 3 Protocol Identifier). MPLS ne fonctionne pas seulement sur IP, il est opérationnel sur ATM, Frame Relay, etc.
- **EXPLICITE_ROUTE** : Impose la route à prendre en spécifiant la suite des nœuds à suivre.
- **RECORD_ROUTE** : Enregistre la route empruntée par le message.
- **SESSION_ATTRIBUTE** : Cet objet peut contenir des informations de contrôle complémentaires.
- **LSP_TUNNEL_IPv4 et LSP_TUNNEL_IPv6** indiquent si l'adresse du nœud de destination est IPV4 ou IPV6.



Note : La cohérence du protocole impose le fait que certains messages ne peuvent contenir certains objets et inversement.

3.3 Création de LSP

3.3.1 Création normale d'un LSP

La création d'un LSP passe par deux phases :

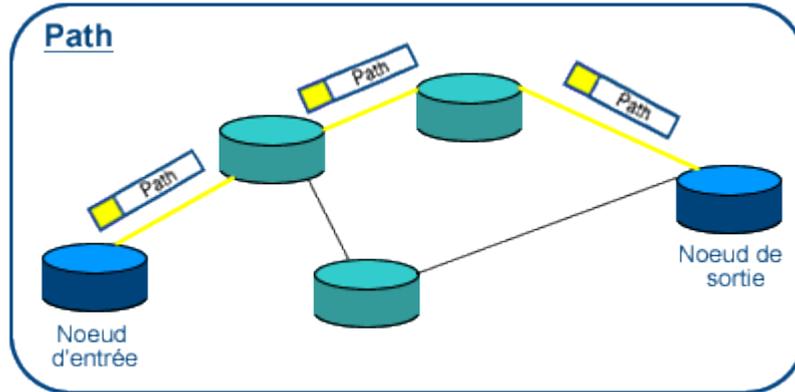
- Une phase de pré-réservation des ressources du nœud d'entrée au nœud de sortie,
- Une phase d'établissement du lien à partir du nœud de sortie jusqu'à l'entrée.

Nous allons ici expliciter ces deux phases dans un cas simple en considérant que toutes les ressources nécessaires à l'établissement du LSP sont disponibles.

Création d'un LSP (Phase 1/2)

Lorsqu'un LSP doit être créé, le LER d'entrée va émettre un message Path. Ce message va initier la création du LSP. Il contient les objets:

- SESSION,
- SENDER_TEMPLATE,
- FILTER_SPEC,
- LABEL_REQUEST.
- RECORD_ROUTE
- (Optionnel) SESSION_ATTRIBUTE.



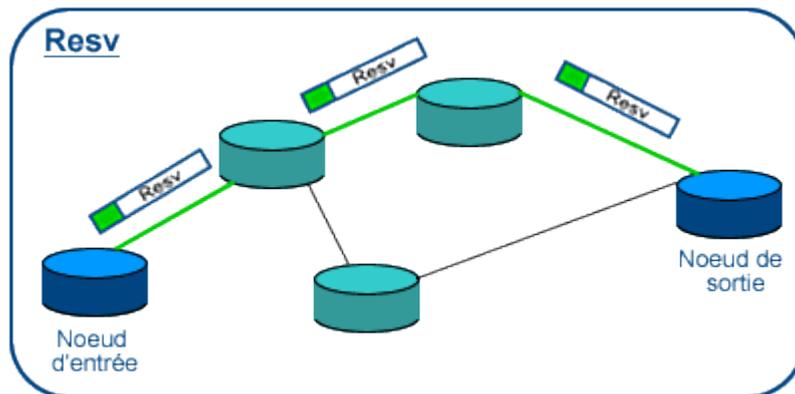
Création d'un LSP (Phase 2/2)

Le nœud de sortie répond au message Path par un message Resv. Il suit l'ordre inverse des nœuds empruntés par le message Path et va procéder à la création effective du LSP.

Un nœud faisant transiter un message Resv procède à plusieurs étapes.

- Il va tout d'abord extraire le label associé au LSP de manière à pouvoir mettre à jour sa table de routage. Elle est composé du ILM : Incoming Label Map et du NHLFE : Next Hop Label Forwarding Entry,
- Il crée ensuite un nouvel objet en y insérant ses propres caractéristiques et place ce dernier dans le message Resv en remplacement de l'ancien,
- Il envoie enfin le message au nœud suivant.

Une fois le nœud d'entrée atteint, la création du LSP est terminée.



3.3.2 Création d'un LSP avec préemption

Dans les exemples précédents, nous nous sommes placés dans un contexte où les ressources nécessaires à la création d'un LSP étaient disponibles. Cependant, ceci correspond à un cas idéal. Nous allons ici présenter ce qui se passe dans le cas contraire.

Les priorités

Un message RSVP Path contient deux informations importantes.

- La priorité de mise en place (setup priority) : comprise entre 0 et 7 où 0 est la valeur ayant la priorité la plus élevée, elle est utilisée pour déterminer si cette session peut en préempter une autre.
- La priorité de maintien (holding priority) : comprise entre 0 et 7 où 0 est la valeur ayant la priorité la plus élevée, elle est utilisée pour déterminer si cette session peut être préemptée par une autre session.

La priorité de mise en place ne devrait jamais être plus importante que la priorité de maintien ! Cela signifierait alors qu'une session d'une importance x pourrait être préemptée par une session dont l'importance serait inférieure à x .

Vérification de la bande passante

Lorsqu'un nouveau lien doit être créé, la bande passante requise à sa création est comparée avec la bande passante disponible à la même priorité de session.

- S'il y a assez de bande passante, la création du LSP continue sans erreur.
- S'il n'y a pas assez de bande passante les mécanismes de préemption vont être mis en œuvre pour déterminer s'il est possible d'en libérer.
 - Si c'est possible, le message RESV Path va continuer son chemin. Dans ce cas un message d'erreur en amont et un en aval sont envoyés pour avertir de la préemption
 - Sinon, un message d'erreur est envoyé à l'émetteur indiquant l'impossibilité de créer le LSP.

Note : Il existe un indicateur " Local protection " qui précise si le LSP a déjà été re routé dû à une panne matérielle d'un nœud adjacent.

3.3.3 Les types de réservation

RSVP-TE propose plusieurs types de réservations :

- **Fixed Filter (FF)** : Une réservation de label est effectuée par nœud émetteur. Ces ressources ne sont pas partagées.
- **Wildcard Filter (WF)** : Une réservation de label est effectuée quelque soit le nombre de nœuds émetteurs. Cette technique présente des avantages pour les connexions multi-points à point. (ex : conférences téléphoniques, etc.)
- **Shared Explicit (SE)** : Il permet au récepteur d'inclure explicitement chaque émetteur dans la réservation. Chaque émetteur a la possibilité de spécifier sa route. Il peut donc exister de multiples LSP. La différenciation des types de réservation va être notamment utilisée dans les mécanismes de re-routage que nous allons détailler ci-après.

3.4 Le routage

3.4.1 Routage explicite

Une fonctionnalité importante de RSVP-TE est la possibilité de réaliser du routage explicite. Ce type de routage permet d'optimiser l'utilisation des ressources. Il s'effectue à l'aide de l'objet EXPLICITE_ROUTE. Il peut être réalisé manuellement ou automatiquement à l'aide d'un générateur de route.

L'objet EXPLICITE_ROUTE contient la liste des nœuds par lesquels la réservation du LSP va être effectuée. Cette liste peut être une liste d'adresses IP, de sous réseaux IP, ou bien des nœuds abstraits. Un nœud abstrait est un groupe de nœuds adjacents les uns aux autres dont la topologie n'est pas connue pas le nœud d'entrée. Ces architectures sont aussi appelées systèmes autonomes. Le routage au sein de ces systèmes s'effectue de manière transparente.

3.4.2 Le re-routage

Dans certains cas (panne d'un lien d'un nœud ou optimisation du routage), il est nécessaire d'effectuer un re routage du trafic. Celui-ci doit être effectué sans perturber la transmission des données selon l'égide : **"make before break "**. Le principe du re routage est de recréer un LSP transitant par la route désirée, de faire basculer le trafic dessus et enfin de détruire l'ancien LSP.

Cependant des problèmes peuvent survenir dans le cas où l'ancienne et la nouvelle route ont des liens en communs. En effet, durant la création du nouveau lien, la bande passante nécessaire sur ces liens sera double et pourrait alors dépasser leur capacité. Nous allons voir comment RSVP-TE résout ce type de problème.

L'utilisation du même objet SESSION avec comme type de réservation SE (Shared Explicit) est utilisée. Afin de différencier l'ancien et le nouveau tunnel, un nouvel LSP ID est inséré. Avec ces éléments, une nouvelle route est créée suivant la méthode conventionnelle. Sur les liens en communs, les ressources sont partagées avec l'ancien LSP grâce à la réservation de type SE. Une fois le LSP créé, le trafic est basculé de LSP et l'ancien LSP est détruit.

C'est la même technique qui est utilisée pour l'augmentation de la bande passante.

3.5 Autres fonctions

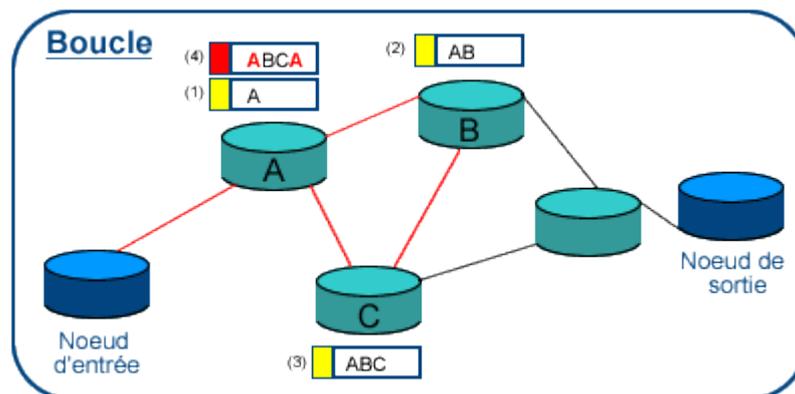
3.5.1 Détection de boucles

L'objet RECORD_ROUTE permet de détecter facilement les boucles par l'enregistrement successif des nœuds empruntés.

Il existe deux types de boucles.

- Permanentes : dû à une erreur de routage manuel,
- Temporaires : dû à la création autonome d'un LSP.

Une boucle peut être détecté dans un message Resv ou Path. Dans ces deux cas, le message est détruit et un message d'erreur est envoyé à l'émetteur. En fonctionnement normal les algorithmes mis en jeu font leur maximum afin de ne pas créer de boucles.



3.5.2 Détection de dysfonctionnements

RSVP-TE introduit un nouveau message : Hello. Cette extension permet de détecter qu'un nœud voisin n'est pas disponible. Il est cependant impossible de déterminer si c'est le nœud ou le lien qui est en faute.

Ce message est optionnel. Dans le cas où il est employé, un HELLO REQUEST est envoyé de manière régulière et un HELLO ACK est attendu.

3.5.3 Détection de la MTU

Lors de l'établissement du LSP, la MTU minimale à travers celui-ci est détectée. C'est RSVP qui va se charger de tester la MTU en envoyant des messages de plus en plus importants en imposant le fait de ne pas les fragmenter. Un message ICMP d'erreur sera émis dès que la MTU sera atteinte.

3.5.4 Les erreurs

Des messages d'erreurs (PathErr, ResvErr) peuvent être créés dans les cas suivants :

- Un nœud réseau ne comprend pas le message envoyé,
- Les ressources sont insuffisantes,
- Une boucle est détectée,
- Impossible de lier un label,
- Ne supporte pas l'un des objets RSVP,
- Ne supporte pas le routage explicite,
- Prémption,
- ...

Un routeur RSVP est cependant doté de fonctionnalités qui lui permettent de détecter si un routeur adjacent est capable de comprendre les requêtes RSVP. Il ne lui enverra des requêtes que s'il est capable de les comprendre.

3.6 Comparaison RSVP-TE CR-LSP

le tableau ci-après compare de manière succincte les protocoles RSVP-TE et CR-LDP. Ils se placent tous les deux dans la catégorie des protocoles supportant le Traffic Engineering sur les réseaux MPLS. Cette comparaison ne tranche pas en faveur d'un des deux protocoles en particulier. Ils ont chacun des spécificités qui les caractérisent.

	RSVP-TE	CR-LDP
Bande passante entre partenaires MPLS	Plus élevée : Rafraichissement	
Memoire pour stocker l'état des LSP	500 octets par LSP	Plus faible
Couche 4	Utilise UDP ou IP (raw IP) pour la distribution des labels.	Utilise TCP pour la distribution des labels et UDP pour découvrir les LSR
Type de protocole	Protocole soft-state, nécessitant un rafraîchissement périodique	Protocole hard-state.
Notifications	Offre une notification en cas de panne.	N'offre pas de notification en cas de panne.
Routage	Routage explicite	Routage explicite
Services	Spécification du trafic Détection de boucle Prémption Messages d'erreurs ...	

Le débat concernant la supériorité d'un protocole par rapport à un autre est toujours présent. Certaines personnes tentent de comparer leur ancienneté, robustesse, sûreté, fiabilité, etc, mais cela reste un exercice périlleux.

Exemple : D'un point de vue opérationnel, ce n'est pas parce que CR-LDP est basé sur TCP et RSVP-TE sur UDP que CR-LDP est excessivement plus fiable.

Il faut cependant noter que seul RSVP-TE fournit une interopérabilité totale avec les réseaux IP et permet donc une signalisation et une Qualité de Service de bout en bout.

4 Conclusion

Le MPLS permet donc une **meilleure gestion du trafic** sur le réseau en se basant sur des mécanismes de classification du trafic et de commutation de label.

La nécessité **d'optimiser les performances, les ressources ainsi que les flux** sur un réseau opérationnel a fait apparaître la notion de TE : « Traffic Engineering ». Sur les réseaux MPLS, **l'utilisation du protocole RSVP-TE permet de répondre à ces besoins.**

Grâce a ses fonctionnalités avancées de gestion, d'optimisation et de routage du trafic, associées à la détection d'erreurs, le protocole RSVP-TE apporte **une complémentarité essentielle sur un réseau MPLS avec : La Qualité de Service (QoS) et le Traffic Engineering.**

5 Glossaire

- **BGP** : Border Gateway Protocol
- **CR-LDP** : Constraint based - Label Distribution Protocol
- **FEC** : Forwarding Equivalence Class
- **ICMP** : Internet Control Message Protocol
- **IGP** : Interior Gateway Protocol
- **L3PID** : Layer 3 Protocol IDentifier
- **LDP** :Label Distribution protocol
- **LER** : Label Edge Router
- **LFIB** :Label Forwarding Information Base
- **LSP** : Label Switch Path
- **LSR** : Label Switch Router
- **MPLS** : Multi Protocol Label Scitching
- **OSPF** : Open Shortest Path First
- **PHP** : Penultimate Hop Popping
- **RSVP-TE** : Ressource ReSerVation Protocol

6 Bibliographie

- [IETF MPLS Working Group](#)
- [RFC 2702 : Requirements for traffic engineering over MPLS](#)
- [RFC 3031 : Multiprotocol Label Switching Architecture](#)
- [RFC 3213 : RSVP-TE](#)
- [RFC 3209 : RSVP-TE Extensions to RSVP for LSP Tunnels](#)
- [Juniper : Multiprotocol Label Switching: Enhancing Routing in the New Public Network](#)
- [Juniper : RSVP Signaling Extensions for MPLS Traffic Engineering](#)
- [Juniper : Traffic Engineering for the New Public Network](#)
- [Juniper : Deploying MPLS Traffic Engineering](#)
- [Cisco MPLS présentation](#)