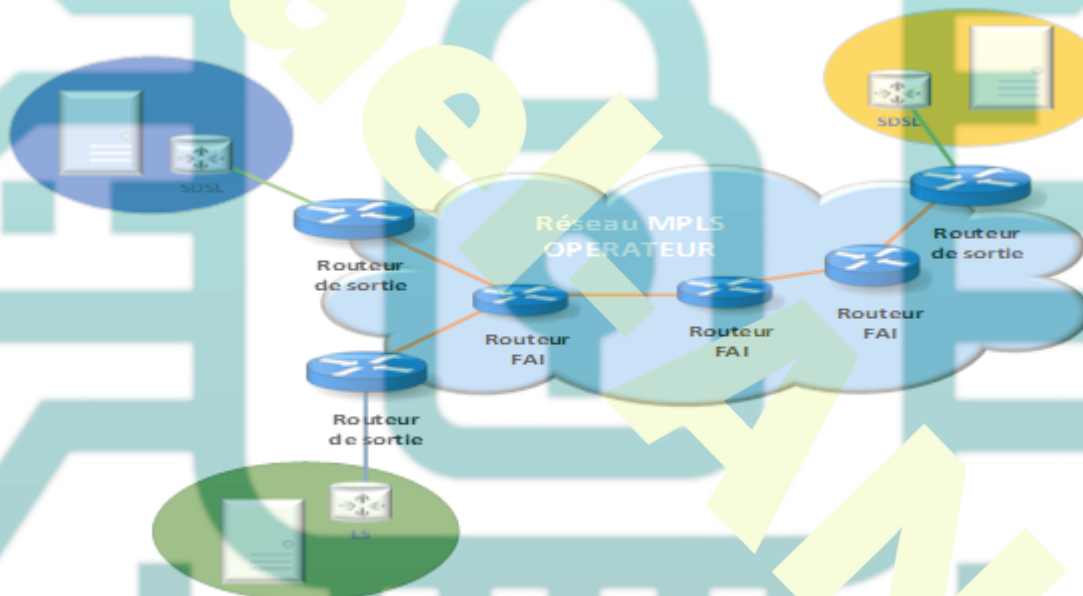


Master – Réseau MPLS

Le réseau MPLS

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) est une technique réseau dont le rôle principal est de combiner les concepts du routage IP de niveau 3, et les mécanismes de la commutation de niveau 2 tels que ceux implémentés dans ATM ou Frame Relay.

Cette technologie utilise un système **basé sur des labels** qui seront soit commutés, soit routés en fonction des besoins.



MPLS doit permettre d'améliorer le rapport performance/prix des équipements de routage, d'améliorer l'efficacité du routage et d'enrichir les services de routage.

Missions

Intégration IP/ATM et support d'IPv6

Création de VPN pour la sécurité

Flexibilité : possibilité d'utiliser plusieurs types de media (ATM, FR, Ethernet, PPP, SDH)

Répartition du trafic/charge entre plusieurs chemins

Differential Services (DiffServ) qui spécifie un mécanisme pour classer et contrôler le trafic tout en fournissant de la qualité de service (QoS).

Routage multicast

Ce réseau est utilisé pour les réseaux de transit. Il a pour objectif de simplifier la tâche des routeurs du cœur de réseau (grosse table de routage) en traitant les informations sur les routeurs de bordure de réseau.

Architecture

MPLS se positionne en tant que couche d'abstraction de la couche 2 du modèle OSI (d'où le MP pour MultiProtocol). Cela permet aux couches supérieures de ne pas avoir à connaître le protocole utilisé au niveau 2.

Il permet également de fonctionner avec plusieurs protocoles de niveau 3 (IP 4 et 6) ce qui permet au niveau 2 d'éviter l'adaptation aux protocoles de niveau 3.

MPLS met en œuvre des techniques d'acheminement de paquets dévolues habituellement au niveau 3 et des techniques de commutation propriétés de la couche 2.

C'est pour cela que l'on peut le positionner en couche 2.5

Les labels

MPLS utilise un label associé à une route et transporté dans chaque paquet. Ces labels sont utilisés dans une table de commutation qui contient le label d'entrée avec le prochain saut et le label de sortie.

Un label peut être de portée locale c'est à dire valable sur un lien (entre 2 équipements MPLS) ou de portée globale s'il est valable pour tous les liens de l'équipement.

Fonctionnement de MPLS

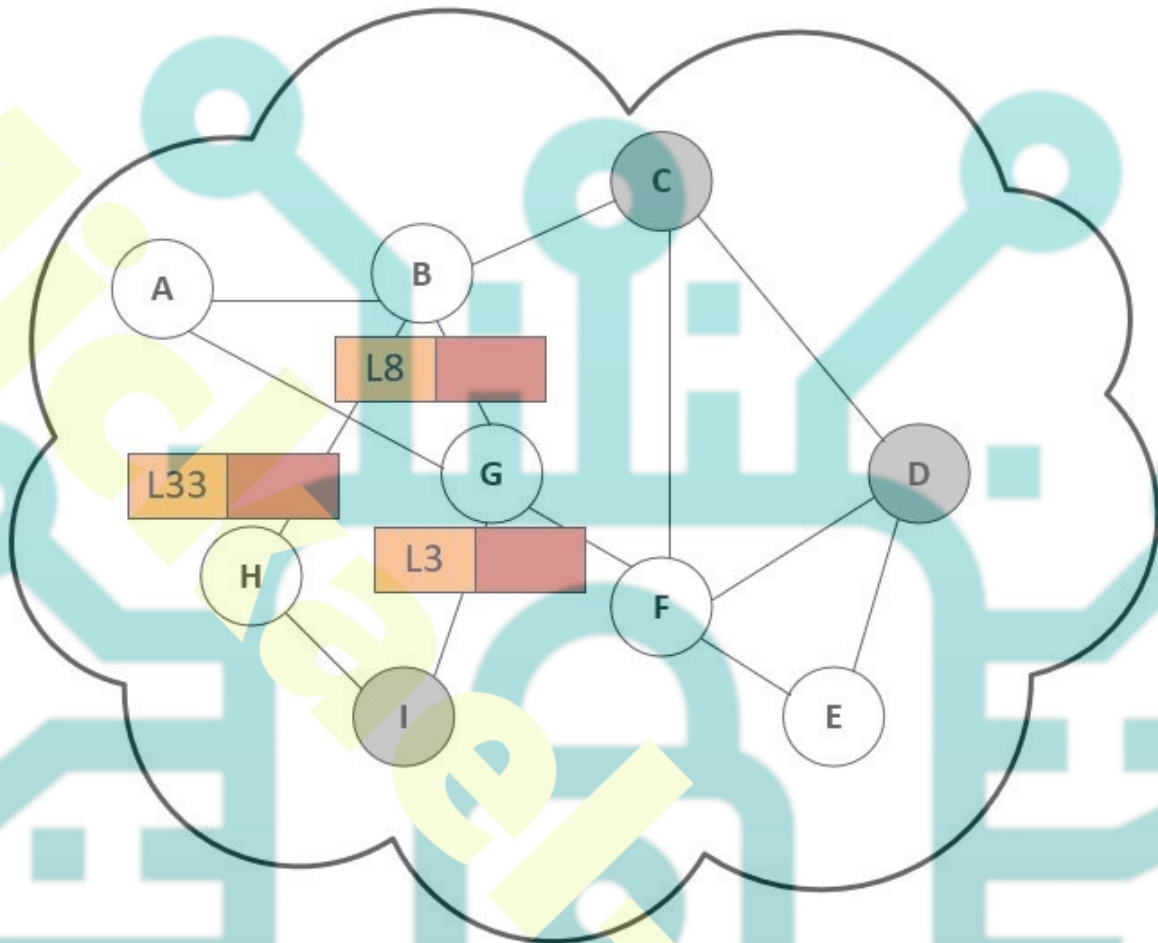
Les routeurs de bordure assurent la communication entre IP et le réseau MPLS. A l'intérieur du réseau MPLS, les équipements assurent la commutation de labels mais, pour rester compatibles, ils doivent être capable d'assurer également les fonctions de routage

IP.

Ces équipements s'appellent des LSR (Label Switch Router)

Les équipements de bordure (Edge LSR) servent d'interface entre IP et MPLS, ils ont pour rôle d'ajouter des labels aux paquets venant d'internet et de les enlever des paquets sortants.

Fonctionnement de la commutation



Label IN	NH	Label OUT
L1	F	L12
L2	A	L7
L3	B	L8
.....

Table de G

Label IN	NH	Label OUT
L27	A	L12
L11	G	L7
L8	H	L33
.....

Table de B

545

- Le LSR G reçoit un paquet avec le label 3.
- Il consulte sa table de commutation et voit que le paquet doit être envoyé à B en modifiant le label en 8.
- B reçoit le paquet, consulte le label et cherche la correspondance dans sa table de commutation.
- Il repère L8 et sait que le prochain saut est le LSR H, il modifie donc le label en 33 et envoie le paquet à H.

La classification des paquets s'effectue à l'entrée du réseau MPLS, par les **Ingress LSR**.

A l'intérieur du backbone MPLS, les paquets sont labellisés, et aucune reclassification n'a lieu.

Chaque LSR affecte un label local, qui sera utilisé en entrée, pour chacune de ses FEC et le propage à ses voisins. Les LSR voisins sont appris grâce à l'IGP (Interior Gateway Protocol).

L'ensemble des LSR utilisés pour une FEC, constituant un chemin à travers le réseau, est appelé **Label Switch Path (LSP)**.

Il existe un LSP pour chaque FEC et les LSP sont unidirectionnels.

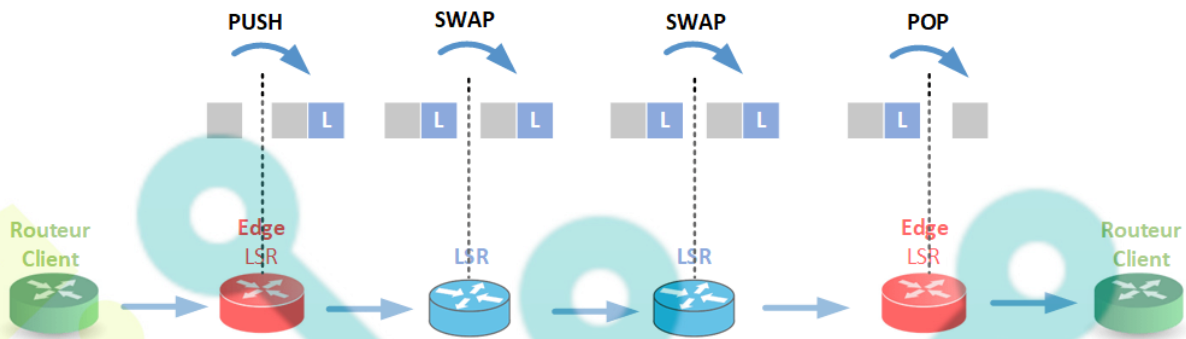
Opération sur la pile de labels

Le LSR peut utiliser un SWAP pour remplacer la valeur de sommet de piles si la table de commutation demande son remplacement.

Lorsque la colonne LABEL OUT est sur la valeur POP, le LSR fait passer le label suivant en tête de pile. Si le POP n'est suivi d'aucun autre label, le LSR supprime l'en-tête MPLS et transmet le paquet à la couche 3 (IP).

Le LSR peut utiliser le PUSH pour insérer une pile de labels, ce que fait un Edge LSR lorsque qu'un paquet IP entre sur le réseau et qu'il doit lui affecter un label MPLS.

Les équipements de bordure (Edge LSR) servent d'interface entre IP et MPLS, ils ont pour rôle d'ajouter des labels aux paquets venant d'internet et de les enlever des paquets sortants.



Push est le processus d'ajout d'étiquette entre les en-têtes L2 et L3 du paquet de trafic. En d'autres termes, la localisation de l'étiquette sur le paquet et le point de départ MPLS est ici. Le processus push est effectué par le routeur client. Edge LSR prend le paquet du client et avec l'étiquette MPLS, Edge LSR fait de ce paquet un paquet MPLS.

Swap est le processus d'échange d'étiquettes dans le réseau MPLS. Les routeurs de la dorsale du fournisseur de services sont responsables de ce travail. Les étiquettes sont échangées entre ces LSR, via le LSP (Label Switch Path) qui est construit entre les LSR frontaliers.

Pop est le processus de sortie du label. La dernière étiquette issue de l'échange est supprimée avec ce processus. Et le trafic pur est envoyé au client.

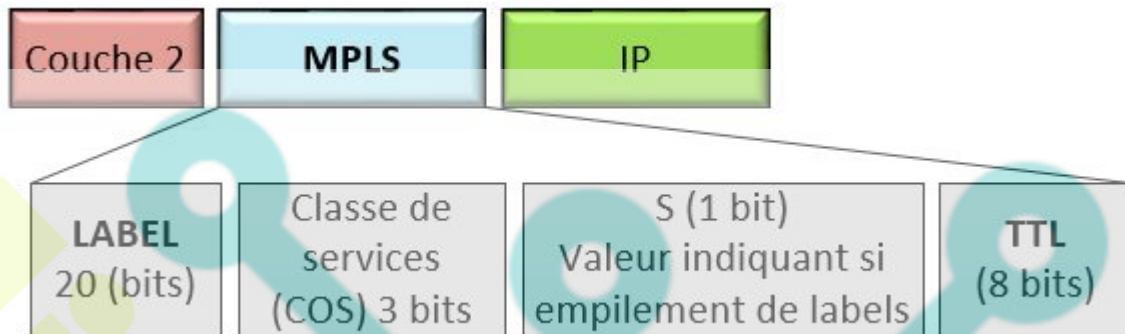
Compatibilité IP MPLS

A l'entrée du réseau MPLS, les paquets IP sont classés dans des **FEC (Forwarding Equivalent Classes)**. Des paquets appartenant à une même FEC suivront le même chemin et auront la même méthode de forwarding.

Une FEC est l'ensemble des paquets qui subissent la même décision de routage ("next hop"), le même traitement (même file d'attente) ou des paquets IP ayant le même préfixe d'adresse de destination, la même adresse etc.

Les FEC peuvent aussi être définies par des informations de QoS ou de routage (paquet convergeant vers le même point)

Le LSR d'entrée ajoute l'en tête entre la couche 2 et la couche 3.



Le LSR de sortie enlève l'en-tête MPLS et décrémente le TTL pour la compatibilité avec IP.

Établissement des chemins

On peut créer manuellement ou dynamiquement les chemins.

Chaque LSR gère une table de commutation et pour chaque FEC créées par l'administrateur, le LSR va créer 2 associations.

- La première est entre la FEC et le prochain saut décidé au niveau 3 par les protocoles de type OSPF et BGP grâce à la table de routage.
- La deuxième se situe entre la FEC et le label. Le LSR crée le label et le lie à la FEC puis, il distribue le label à son voisin.

Chaque équipement MPLS va devoir créer sa table de commutation en associant un label à chaque FEC.

La valeur de label choisie entre 2 liens doit être équivalente et c'est l'équipement en aval qui décide de la valeur et qui en informe son voisin.

Dans une FEC associant un trafic allant de A vers B, c'est le nœud B en aval qui décide de prendre une valeur qui n'est pas utilisée ou réservée.



LABEL IN	NH	LABEL OUT	LABEL IN	NH	LABEL OUT
FEC 1	B		FEC 1	A	
FEC 2	C		FEC 4	E	
FEC 3	D		FEC 5	F	

LABEL IN	NH	LABEL OUT	LABEL IN	NH	LABEL OUT
FEC 1	B	L12	L12	A	
FEC 2	C		FEC 4	E	
FEC 3	D		FEC 5	F	

Distribution des labels

MPLS utilise les informations de routage fournies par des protocoles comme, OSPF, BGP, pour connaître le prochain saut pour une FEC donnée.

Pour la création des labels et de LSP, on peut utiliser comme le routage :

- La méthode statique manuelle avec le même manque de souplesse que pour le routage.
- On peut également s'appuyer sur des protocoles de types BGP, RSVP et LDP (Label Distribution Protocol).

Dans le cas de BGP et LDP, on ne gère que des flux Best Effort. BGP peut diffuser les labels lorsqu'il distribue les routes IP et les VPN.

LDP

La distribution implicite de labels aux LSR est réalisée grâce au protocole LDP.

LDP définit une suite de procédures et de messages utilisés par les LSR pour s'informer mutuellement du mapping entre les labels et le flux. Les labels sont spécifiés selon le chemin saut par saut défini par l'IGP dans le réseau. Chaque nœud doit donc mettre en œuvre un protocole de routage de niveau 3, et les décisions de routage sont prises indépendamment les unes des autres.

LDP est bidirectionnel et permet la découverte dynamique des nœuds adjacents grâce à des messages Hello échangés par UDP. Une fois que les 2 nœuds se sont découverts, ils établissent une session TCP.

Le mode ordonné

Dans ce mode les labels sont créés en commençant par les nœuds en fin de chemin. Une fois la route créée, on est sûr que le chemin existe et qu'il est utilisable.

Le mode non sollicité

Les LSR décident quand ils veulent créer un label pour la FEC. L'avantage est que les LSR peuvent travailler en même temps contrairement au mode ordonné, mais l'inconvénient c'est qu'un LSR peut décider d'envoyer des paquets sur le réseau alors que le chemin complet n'est pas encore connu.

LE MODE LIBÉRAL

Dans ce mode le LSR conserve tous les labels annoncés par ces voisins, même ceux qu'il n'utilise pas. Ce mode offre une convergence rapide lorsqu'un nœud du réseau tombe. Cependant ce mode est consommateur en mémoire.

Le mode "libéral" est utilisé en mode de distribution de label "Unsolicited Downstream" (non sollicité).

LE MODE CONSERVATIVE

Un LSR ne conserve que les labels envoyés par le routeur "next-hop" pour la FEC associée à ce label. Ce mode offre une convergence plus lente lors d'un changement de topologie du réseau, cependant, il offre une faible consommation en mémoire.

Le mode "Conservative" est utilisé en mode de distribution de label "DownStream On Demand" (ordonné).