

# TP 1 : MPLS-TE

**Objectif :** Comprendre l'intérêt et la mise en place d'une solution MPLS-TE.

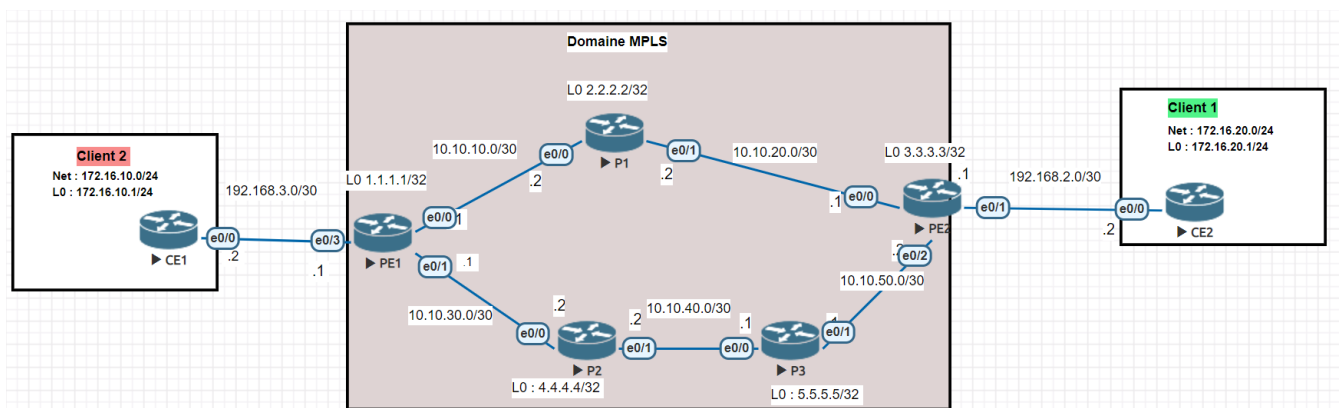
## I. Introduction

Dans le monde IP, la décision du choix d'un chemin entre une source et sa destination se fait au niveau du routage. De ce fait, un opérateur télécoms ne peut ni prévoir le chemin qui a été sélectionné, ni maîtriser la consommation de la bande passante sur les liens. Cependant, les opérateurs ont besoin de plus de « certitude » quant au choix et le routage du trafic :

- Le routage d'un flux doit emprunter le même chemin : **mode connecté**
- Les décisions de routage pour l'établissement d'un chemin doivent prendre en compte l'utilisation actuelle du débit des liens, afin d'optimiser la bande passante et éviter la congestion : **Traffic Engineering**
- Un flux doit être acheminé en garantissant le respect de la bande passante demandée par l'utilisateur

La technologie **MPLS-TE** permet de créer un tel mode connecté dans les réseaux IP. Elle consiste à établir des LSP MPLS routés de façon explicite en prenant en compte les contraintes de trafic (bande passante...) et les ressources disponibles dans le réseau. Ces LSP sont appelés « **tunnels MPLS-TE** ». Cette méthode de routage par contrainte offre un meilleur control de flux.

La topologie pour ce TP se compose de cinq routeurs composant le domaine MPLS (PE1, PE2, P1, P2 et P3) et deux clients CE comme indiqué dans la figure suivante :



## II. Préparation et réservation des ressources

Commencer par produire la maquette ci-dessus sous EVE-NG. Les interfaces loopback des CE représente le réseau du client en question. L'objectif dans ce TP c'est d'interconnecter les réseaux de chaque client via un tunnel MPLS-TE.

Configurer les adresses IP mentionnées sur le schéma, aussi configurer OSPF dans le domaine MPLS. Puis, vous activez le mode MPLS et la fonction « **mpls traffic engineering** » sur chaque interface Ethernet de chaque routeur qui est dans le domaine MPLS, avec une réservation de 7Mb.

Vous pouvez utiliser la commande **interface range ethernet 0/0-x** pour configurer plusieurs interfaces à la fois.

A présent vous devez mettre à jour le processus « OSPF » pour qu'il puisse chercher un chemin en adéquation avec la bande passante demandée. Vous allez appliquer la commande « **mpls traffic-eng area 0** » au sein de chaque routeur du domaine MPLS et cela dans le processus OSPF. Cela aura pour effet de spécifier aux routeurs d'ajouter les **LSA TE** dans les annonces OSPF pour une aire donnée. En plus, on doit indiquer l'IP qui servira d'identifiant de routeur dans les messages **RSVP-TE** avec la commande « **mpls traffic-eng router-id lo0** ». Cette adresse sera utilisée comme adresse IP source dans les messages RSVP-TE et il faut donc que cette IP soit connue des autres routeurs du réseau et annoncée dans les mises à jour OSPF.

Après cette étape, tous les routeurs doivent avoir une vision complète de la topologie TE du réseau. Pour vérifier cela utiliser la commande **show mpls traffic-eng topology** au niveau de chaque routeur et vérifier bien qu'il a l'information sur l'ensemble des liens dans le domaine et la bande passante réservé. Si vous remarquer que votre topologie est incomplète vérifier bien que le TE est activé au niveau des interfaces nécessaires avec : **show mpls interfaces**, vous devez avoir un **yes** pour l'option tunnel !

En effet, si un routeur (et ces liens) n'apparaît pas dans la topologie TE, alors soit parce que l'on n'a pas activé l'ingénierie de trafic en mode 'configuration globale' ou sur les interfaces ou parce que l'on n'a pas activé l'envoi des LSA de TE dans OSPF.

### Questions :

- 1- Donner le résultat de la commande **show mpls traffic-eng topology** au niveau du routeur PE1. Vérifier bien la présence de l'ensemble des liens de la topologie.
- 2- Quelle est la capacité des liens physiques en termes de bande passante ?
- 3- Quelle est la valeur de la métrique IGP et TE ?

### III. Configuration du tunnel MPLS-TE

Maintenant vous allez mettre en place le tunnel MPLS TE, le choix se fait entre une source qui est dans notre cas le routeur PE1 et la sortie du domaine MPLS, à savoir le routeur PE2. Ainsi, la déclaration du tunnel se fait au niveau du routeur PE1 (qui joue le rôle de la source du tunnel ou l'en-tête).

#### 1. Configuration de l'entête du tunnel

La configuration d'un tunnel MPLS-TE sur un routeur Cisco consiste à créer une interface tunnel avec la commande « **tunnel mode mpls traffic-eng** »

À ce tunnel on va associer un ensemble de paramètres ou attributs TE :

Tout d'abord, vous associez un numéro à votre tunnel (dans cet exemple c'est 0). Puis vous dites à votre tunnel qu'il va emprunter l'adresse IP de la loopback (ici lo 0) et que le mode du tunnel est MPLS TE. Puis il faut préciser la destination finale du tunnel, dans notre cas c'est le routeur PE2 (son adresse IP de loopback est 3.3.3.3). Le calcul du chemin se fera d'une manière dynamique, ainsi le tunnel sera établi selon le meilleur chemin obtenu par le protocole IGP, (dans notre cas OSPF). La priorité de l'installation et du maintien du tunnel sera de 1 et 1 respectivement. La contrainte à satisfaire pour ce tunnel sera d'avoir une bande passante de 900 kbps. Finalement, pour transférer le flux dans le tunnel, on va utiliser l'option autoroute avec la variante 'IGP Shortcut'. L'ensemble des commandes à utiliser sont disponibles dans le cours.

#### Questions :

- 1- Configurer le tunnel 0 avec les informations précisées ci-dessus
- 2- Vérifiez la table de commutation mpls du routeur PE1. Quel est le résultat obtenu ? Pour quels préfixes le tunnel est utilisé ?
- 3- Afficher la table de routage du PE1, combien d'entrées utilisent le tunnel ?
- 4- Sur PE1, lancez la commande « **show mpls traffic-eng tunnels** ». Quel est le chemin utilisé par le tunnel ?
- 5- Vérifiez via la commande « **show mpls traffic-eng topology** » l'utilisation de la bande passante. Est-elle conforme à votre configuration ?
- 6- Si vous faites un **show mpls traffic-eng tunnels** sur P2 vous n'obtenez rien, est-ce que c'est normal ?
- 7- Faites un traceroute depuis PE1 vers 3.3.3.3, qu'est-ce que vous remarquez ? d'où vient le label utilisé pour le premier saut ? Utilisez la commande **show mpls traffic-eng tunnels** sur les routeurs P1 et PE2 pour argumenter votre réponse.
- 8- Quelle information supplémentaire on peut avoir avec la commande **show mpls traffic-eng tunnels brief**.

## 2. Communication entre les deux clients avec MPLS-TE

Maintenant vous allez faire communiquer les deux réseaux locaux des CE entre eux. Pour cela mettez en place un routage statique sur les PE pour atteindre les réseaux locaux des CE (172.16.X.0/24). Ensuite, sur les CE vous rajoutez une route par défaut pour rejoindre les PE. Puis vous allez ajouter une route statique sur PE1 permettant d'envoyer tous flux à destination du client 2 (le réseau de sa loopback) **vers le tunnel** MPLS-TE crée précédemment.

### Question :

- 1- Vérifiez la connexion avec le client CE2 depuis le réseau local du CE1 en effectuant un ping étendu. Est-ce que le ping fonctionne ? sinon vérifier pourquoi ?
- 2- D'après vos connaissances théoriques sur MPLS, proposer une solution pour faire fonctionner le ping.
- 3- Appliquer la solution afin de faire réussir le ping, est-ce que l'ICMP-reply est reçu dans les mêmes conditions que le ICMP-echo ? justifier votre réponse.
- 4- Si on configure une route statique sur PE2 vers 172.16.10.0/24 avec le 2.2.2.2 comme prochain saut, pourquoi cela ne fonctionnera pas ?
- 5- Vérifier à présent que vous pouvez faire un ping étendu depuis CE 1 vers CE2. Est-ce que le tunnel a été utilisé pour faire le ping ? dans quel sens ? justifier votre réponse.
- 6- Pour constater l'utilisation du tunnel, vous pouvez faire la manipulation suivante :
  - a. Faites un **ping 172.16.20.1 repeat 1000** sur CE1
  - b. Juste après vous lancer la commande **show mpls traffic-eng tunnels accounting** sur PE1. Qu'est-ce que vous constatez ?

## 3. MPLS-TE avec chemin explicite

Dans certains cas, l'opérateur peut construire un tunnel MPLS TE manuellement, soit comme chemin de secours soit comme un chemin principal sans passer par le routage dynamique. C'est le choix qu'on va faire pour construire le tunnel 1 du PE2 vers PE1 afin d'assurer une communication bidirectionnelle avec les mêmes contraintes TE. Mais avant de continuer, retirer la route statique que vous avez rajoutée sur PE2 pour aller vers le 172.16.10.0/24.

Pour configurer ce 2<sup>e</sup> tunnel sur PE2, vous allez reprendre les mêmes commandes utilisées lors de la mise en place du premier tunnel sauf au lieu de faire un calcul dynamique du chemin on va le faire explicitement. Ainsi le chemin explicite sera celui de PE2 vers PE1 en passant par P3 et P2.

**Question :**

- 1- Déclarer le « tunnel 1 » sur PE2 qui satisfait les contraintes données.
- 2- Déclarer le chemin explicite en utilisant l'option 'strict'
- 3- Orienter tout trafic à destination du réseau 172.16.10.0/24 vers le tunnel que vous venez de créer.
- 4- Vérifier l'établissement de votre tunnel avec **show mpls traffic-eng tunnels brief**
- 5- Vérifiez de nouveau la connexion avec le client CE2 depuis le réseau local du CE1. Est-ce que le ping fonctionne ?
- 6- Faites un traceroute sur CE1 et CE2 pour aller respectivement aux deux réseaux locaux (172.16.X.0/24) et noter les chemins emprunter. Est-ce qu'il s'agit du même chemin ?

#### *4. Chemin ne satisfaisant pas les contraintes TE.*

Dans cette dernière partie on va modifier la bande passante demandé par le tunnel 0 de telle sorte que ça dépasse le BW réservé initialement. Pour cela au niveau de l'interface tunnel 0 faite un « **tunnel mpls traffic-eng bandwidth 9000** » puis redémarrer l'interface.

**Question :**

- 1- Vérifiez de nouveau la connexion entre les deux réseaux locaux de CE2 et CE1. Est-ce que le ping fonctionne ? Sinon expliquer pourquoi ? vous pouvez vous aidez avec le résultat des commandes **show mpls traffic-eng tunnels**, **show mpls interfaces** et **show ip interface brief**
- 2- Il est possible de vérifier la présence ou pas d'un chemin qui vérifie certaines contraintes. Par exemple la commande **show mpls traffic-eng topology path destination 3.3.3.3 bandwidth 8000** vérifie s'il y a des chemins qui supporte une bande passante de 8000 kbps. Tester cette commande. Quelles les autres options qu'on peut utiliser pour tester la faisabilité de la mise en place d'un tunnel.