

IUT DE COLMAR

R4.ROM.10

OPÉRATEURS DE TÉLÉCOMS

Rapport final MPLS-TE

RT222

Martin BAUMGAERTNER

RT222

Mikhaïl KARAPETYAN

18 mars 2023

Table des matières

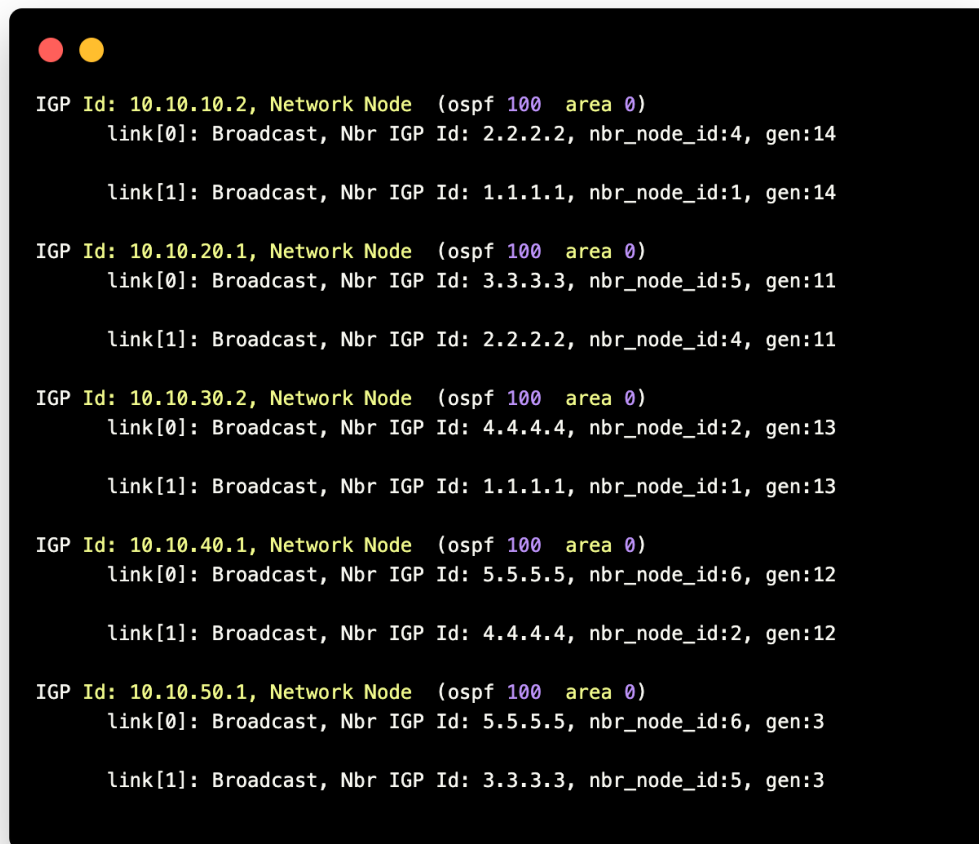
1	Introduction	2
2	Préparation et réservation des ressources	2
2.1	Question 1	2
2.2	Question 2	3
2.3	Question 3	4
3	Configuration du tunnel MPLS-TE	4
3.1	Configuration de l'entête du tunnel	4
3.1.1	Question 1	4
3.1.2	Question 2	5
3.1.3	Question 3	6
3.1.4	Question 4	7
3.1.5	Question 5	8
3.1.6	Question 6	8
3.1.7	Question 7	9
3.1.8	Question 8	10
3.2	Communication entre les deux clients avec MPLS-TE	11
3.2.1	Question 1	11
3.3	MPLS-TE avec chemin explicite	11
3.3.1	Question 1	11
3.3.2	Question 2	12
3.3.3	Question 3	12
3.3.4	Question 4	12
3.3.5	Question 5	13
3.3.6	Question 6	13
3.4	Chemin ne satisfaisant pas les contraintes TE.	13
3.4.1	Question 1	13
3.4.2	Question 2	14

1 Introduction

2 Préparation et réservation des ressources

2.1 Question 1

Le résultat de la commande **show mpls traffic-eng topology**, nous voyons bien l'ensemble des liens qui font partis de la topologie MPLS.

A terminal window with a dark background and light-colored text. It displays the output of the 'show mpls traffic-eng topology' command. The output lists five network nodes, each with its IP address, OSPF ID, and area. For each node, two links are shown: link[0] and link[1], each with its type (Broadcast), neighbor's IP, node ID, and generation number.

```
IGP Id: 10.10.10.2, Network Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, Nbr IGP Id: 2.2.2.2, nbr_node_id:4, gen:14
  link[1]: Broadcast, Nbr IGP Id: 1.1.1.1, nbr_node_id:1, gen:14

IGP Id: 10.10.20.1, Network Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, Nbr IGP Id: 3.3.3.3, nbr_node_id:5, gen:11
  link[1]: Broadcast, Nbr IGP Id: 2.2.2.2, nbr_node_id:4, gen:11

IGP Id: 10.10.30.2, Network Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, Nbr IGP Id: 4.4.4.4, nbr_node_id:2, gen:13
  link[1]: Broadcast, Nbr IGP Id: 1.1.1.1, nbr_node_id:1, gen:13

IGP Id: 10.10.40.1, Network Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, Nbr IGP Id: 5.5.5.5, nbr_node_id:6, gen:12
  link[1]: Broadcast, Nbr IGP Id: 4.4.4.4, nbr_node_id:2, gen:12

IGP Id: 10.10.50.1, Network Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, Nbr IGP Id: 5.5.5.5, nbr_node_id:6, gen:3
  link[1]: Broadcast, Nbr IGP Id: 3.3.3.3, nbr_node_id:5, gen:3
```

FIGURE 1 – Topologie MPLS

Pour chaque lien nous avons un récapitulatif de l'ensemble des informations des liens. Voici un exemple pour le lien **1.1.1.1**

```

IGP Id: 1.1.1.1, MPLS TE Id:1.1.1.1 Router Node (ospf 100 area 0)
  link[0]: Broadcast, DR: 10.10.30.2, nbr_node_id:9, gen:15
    frag_id 2, Intf Address:10.10.30.1
    TE metric:10, IGP metric:10, attribute flags:0x0
    SRLGs: None
    physical_bw: 10000 (kbps), max_reservable_bw_global: 7000 (kbps)
    max_reservable_bw_sub: 0 (kbps)

    Total Allocated      Global Pool      Sub Pool
    BW (kbps)            Reservable      Reservable
    -----            -
bw[0]:                  0              7000              0
bw[1]:                  0              7000              0
bw[2]:                  0              7000              0
bw[3]:                  0              7000              0
bw[4]:                  0              7000              0
bw[5]:                  0              7000              0
bw[6]:                  0              7000              0
    bw[7]:              0              7000              0

    link[1]: Broadcast, DR: 10.10.10.2, nbr_node_id:10, gen:15
    frag_id 1, Intf Address:10.10.10.1
    TE metric:10, IGP metric:10, attribute flags:0x0
    SRLGs: None
    physical_bw: 10000 (kbps), max_reservable_bw_global: 7000 (kbps)
    max_reservable_bw_sub: 0 (kbps)

    Total Allocated      Global Pool      Sub Pool
    BW (kbps)            Reservable      Reservable
    -----            -
bw[0]:                  0              7000              0
bw[1]:                  0              7000              0
bw[2]:                  0              7000              0
bw[3]:                  0              7000              0
bw[4]:                  0              7000              0
bw[5]:                  0              7000              0
bw[6]:                  0              7000              0
bw[7]:                  0              7000              0

```

FIGURE 2 – Informations des liens

2.2 Question 2

La capacité des liens physiques en termes de bande passante est de 10 000kbps. Nous pouvons retrouver cette valeur lors de la commande précédente. **physical_bw : 10000 (kbps)**

2.3 Question 3

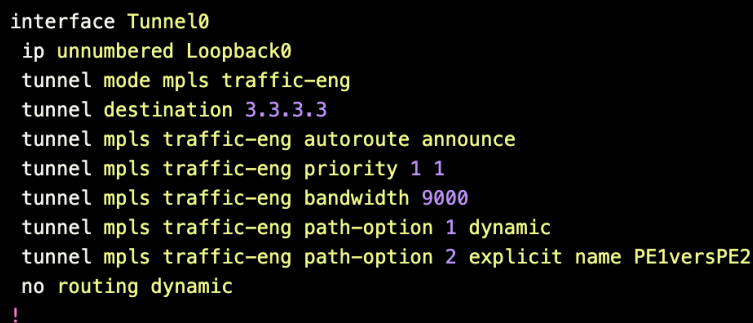
La valeur de la métrique IGP et TE est de 10. Nous pouvons retrouver cette valeur lors de la première commande : **igp_metric : 10** et **te_metric : 10**

3 Configuration du tunnel MPLS-TE

3.1 Configuration de l'entête du tunnel

3.1.1 Question 1

Voici donc la configuration du Tunnel0

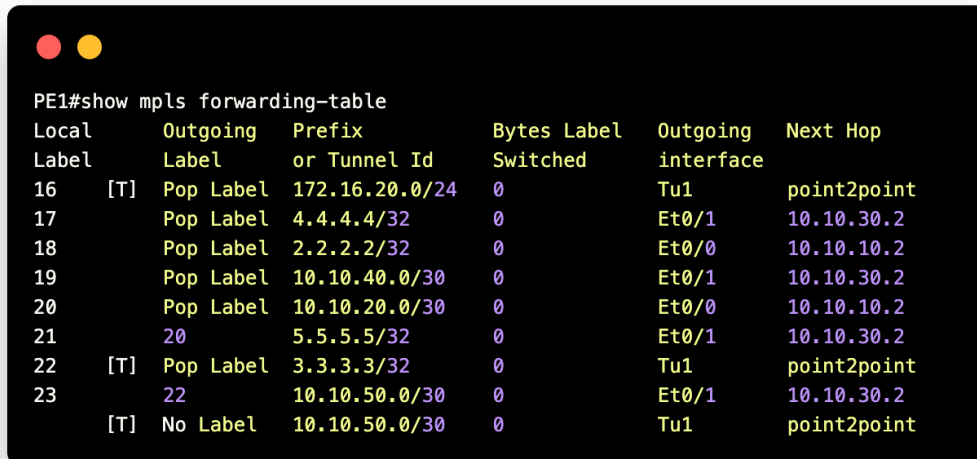


```
interface Tunnel0
  ip unnumbered Loopback0
  tunnel mode mpls traffic-eng
  tunnel destination 3.3.3.3
  tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
  tunnel mpls traffic-eng priority 1 1
  tunnel mpls traffic-eng bandwidth 9000
  tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic
  tunnel mpls traffic-eng path-option 2 explicit name PE1versPE2
  no routing dynamic
!
```

FIGURE 3 – Configuration du Tunnel0

3.1.2 Question 2

Pour vérifier la table de commutation nous devons faire la commande ci-après. Nous aurons comme la résultat donc la table de commutation du tunnel0.



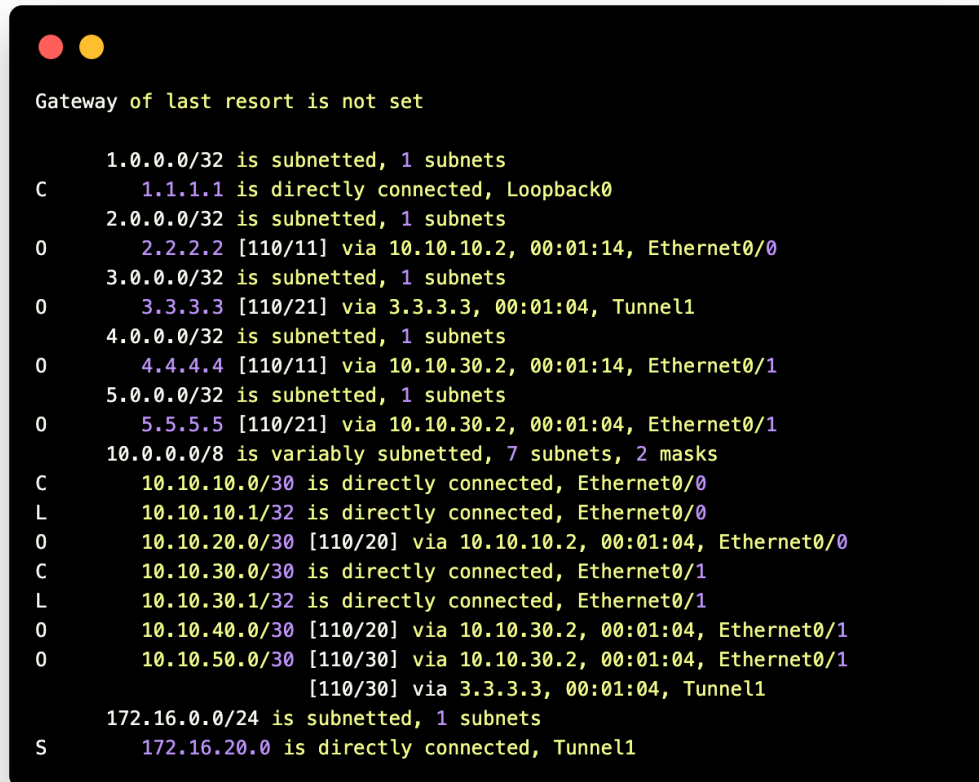
```
PE1#show mpls forwarding-table
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Label	Outgoing interface	Next Hop
16	[T] Pop Label	172.16.20.0/24	0		Tu1	point2point
17	Pop Label	4.4.4.4/32	0		Et0/1	10.10.30.2
18	Pop Label	2.2.2.2/32	0		Et0/0	10.10.10.2
19	Pop Label	10.10.40.0/30	0		Et0/1	10.10.30.2
20	Pop Label	10.10.20.0/30	0		Et0/0	10.10.10.2
21	20	5.5.5.5/32	0		Et0/1	10.10.30.2
22	[T] Pop Label	3.3.3.3/32	0		Tu1	point2point
23	22	10.10.50.0/30	0		Et0/1	10.10.30.2
	[T] No Label	10.10.50.0/30	0		Tu1	point2point

FIGURE 4 – Table de commutation du tunnel0

3.1.3 Question 3

Pour afficher la table de routage du PE1 et voir combien d'entrées utilisent le tunnel il faut faire la commande suivante.



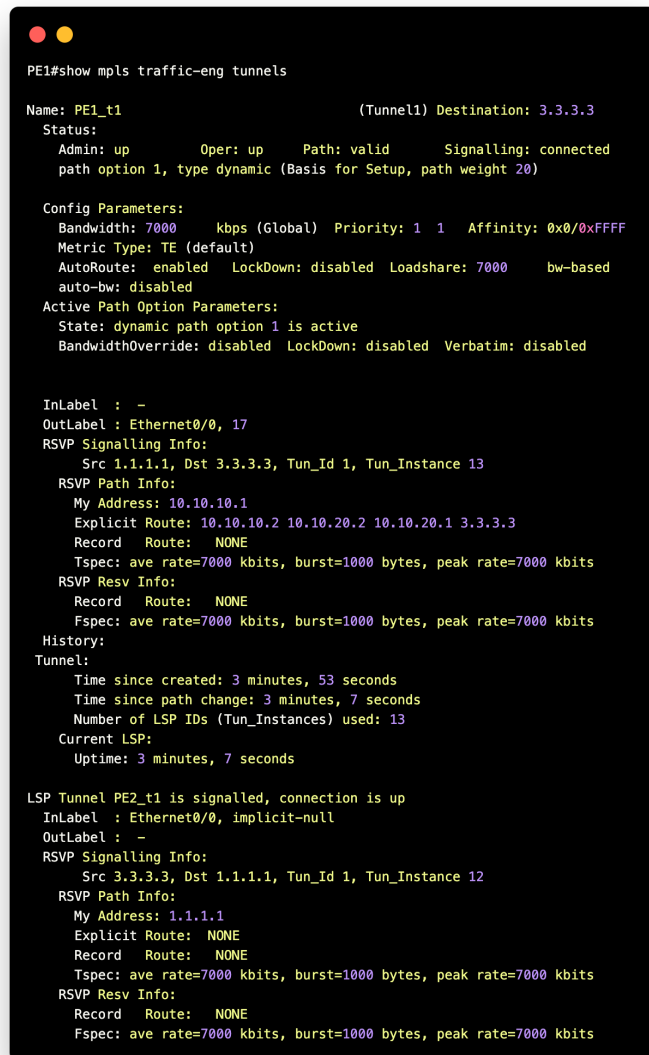
```
Gateway of last resort is not set

  1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C    1.1.1.1 is directly connected, Loopback0
  2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O    2.2.2.2 [110/11] via 10.10.10.2, 00:01:14, Ethernet0/0
  3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O    3.3.3.3 [110/21] via 3.3.3.3, 00:01:04, Tunnel1
  4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O    4.4.4.4 [110/11] via 10.10.30.2, 00:01:14, Ethernet0/1
  5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O    5.5.5.5 [110/21] via 10.10.30.2, 00:01:04, Ethernet0/1
 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
C    10.10.10.0/30 is directly connected, Ethernet0/0
L    10.10.10.1/32 is directly connected, Ethernet0/0
O    10.10.20.0/30 [110/20] via 10.10.10.2, 00:01:04, Ethernet0/0
C    10.10.30.0/30 is directly connected, Ethernet0/1
L    10.10.30.1/32 is directly connected, Ethernet0/1
O    10.10.40.0/30 [110/20] via 10.10.30.2, 00:01:04, Ethernet0/1
O    10.10.50.0/30 [110/30] via 10.10.30.2, 00:01:04, Ethernet0/1
        [110/30] via 3.3.3.3, 00:01:04, Tunnel1
 172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S    172.16.20.0 is directly connected, Tunnel1
```

FIGURE 5 – Table de routage du PE1

3.1.4 Question 4

Voici ce que nous donne la commande `show mpls traffic-eng tunnels` sur le PE1. Le chemin utilisé par le tunnel est donc **Explicit Route : 10.10.10.2 10.10.20.2 10.10.20.1 3.3.3.3**



```
PE1#show mpls traffic-eng tunnels

Name: PE1_t1                               (Tunnel1) Destination: 3.3.3.3
Status:
  Admin: up      Oper: up      Path: valid      Signalling: connected
  path option 1, type dynamic (Basis for Setup, path weight 20)

Config Parameters:
  Bandwidth: 7000 kbps (Global) Priority: 1 1 Affinity: 0x0/0xFFFF
  Metric Type: TE (default)
  AutoRoute: enabled LockDown: disabled Loadshare: 7000 bw-based
  auto-bw: disabled
Active Path Option Parameters:
  State: dynamic path option 1 is active
  BandwidthOverride: disabled LockDown: disabled Verbatim: disabled

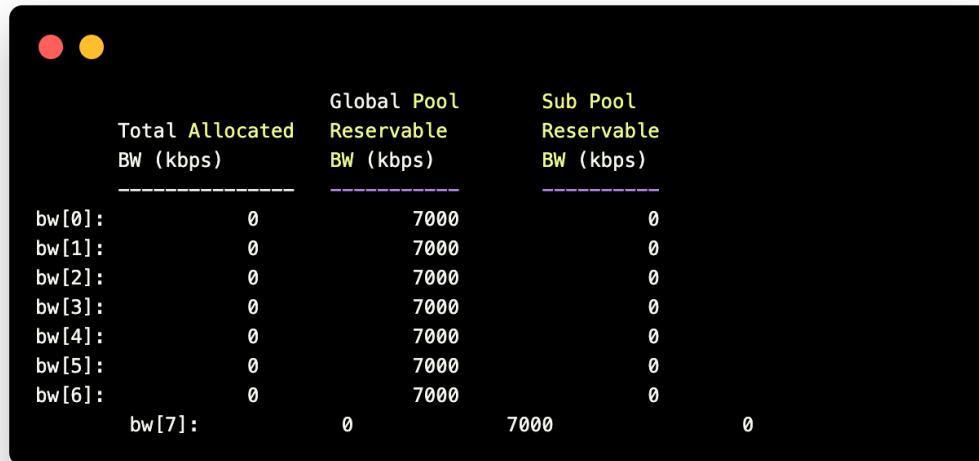
InLabel : -
OutLabel : Ethernet0/0, 17
RSVP Signalling Info:
  Src 1.1.1.1, Dst 3.3.3.3, Tun_Id 1, Tun_Instance 13
RSVP Path Info:
  My Address: 10.10.10.1
  Explicit Route: 10.10.10.2 10.10.20.2 10.10.20.1 3.3.3.3
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
History:
Tunnel:
  Time since created: 3 minutes, 53 seconds
  Time since path change: 3 minutes, 7 seconds
  Number of LSP IDs (Tun_Instances) used: 13
  Current LSP:
    Uptime: 3 minutes, 7 seconds

LSP Tunnel PE2_t1 is signalled, connection is up
InLabel : Ethernet0/0, implicit-null
OutLabel : -
RSVP Signalling Info:
  Src 3.3.3.3, Dst 1.1.1.1, Tun_Id 1, Tun_Instance 12
RSVP Path Info:
  My Address: 1.1.1.1
  Explicit Route: NONE
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
```

FIGURE 6 – Chemin utilisé par le tunnel

3.1.5 Question 5

Les valeurs sont donc correct, nous pouvons voir ci-après que tout correspond bien à 7000kbps, ce qui avait été initialement configuré.



```

Total Allocated      Global Pool      Sub Pool
BW (kbps)            Reservable      Reservable
-----            -
bw[0]:                0              7000          0
bw[1]:                0              7000          0
bw[2]:                0              7000          0
bw[3]:                0              7000          0
bw[4]:                0              7000          0
bw[5]:                0              7000          0
bw[6]:                0              7000          0
bw[7]:                0              7000          0

```

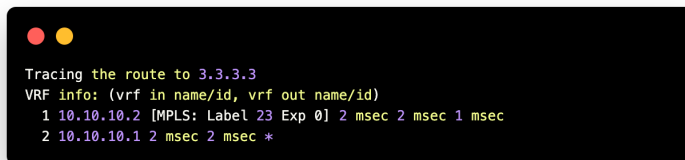
FIGURE 7 – Valeurs de la bande passante

3.1.6 Question 6

C'est tout à fait normal car nous n'avons pas encore monté les liens dans les deux sens, car P2 c'est un routeur intermédiaire, et il fait juste passer les paquets du tunnel. Nous n'observerons jamais de trafic MPLS sur les routeurs intermédiaires.

3.1.7 Question 7

Lorsque nous faisons un traceroute depuis PE1 vers 3.3.3.3 nous obtenons ce résultat :

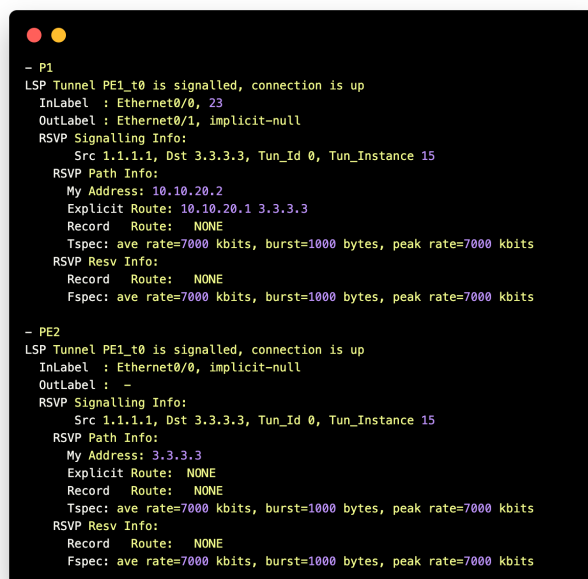


```
Tracing the route to 3.3.3.3
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 10.10.10.2 [MPLS: Label 23 Exp 0] 2 msec 2 msec 1 msec
 2 10.10.10.1 2 msec 2 msec *
```

FIGURE 8 – Traceroute depuis PE1

Nous remarquons que le label utilisé pour le premier saut vient de la table de commutation de MPLS c'est le local label 23 qui correspond.

Ci-après, on voit bien que le label 23 est utilisé dans le paramètre InLabel du routeur PE1. Nous voyons bien que sur le PE2 le InLabel est différent.

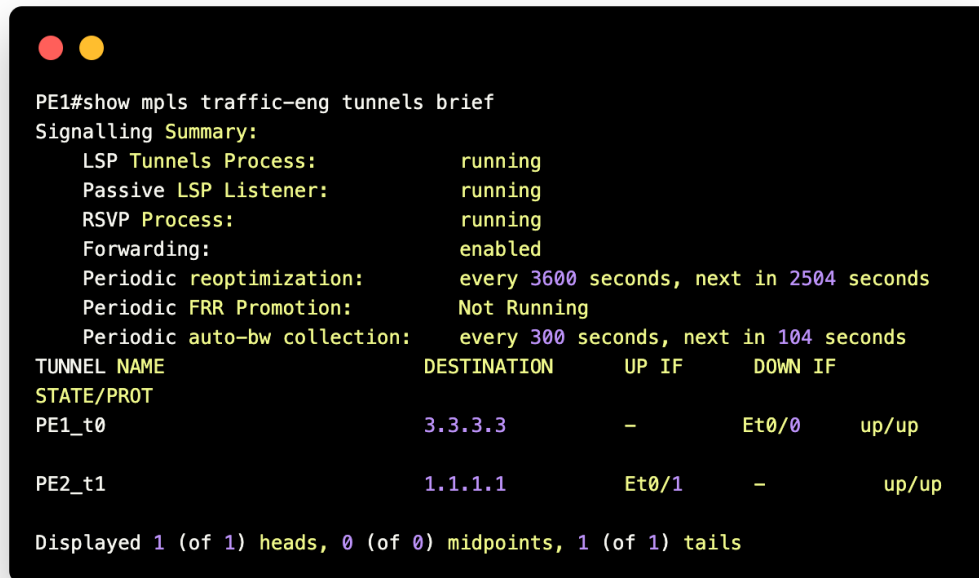


```
- P1
LSP Tunnel PE1_t0 is signalled, connection is up
InLabel : Ethernet0/0, 23
OutLabel : Ethernet0/1, implicit-null
RSVP Signalling Info:
  Src 1.1.1.1, Dst 3.3.3.3, Tun_Id 0, Tun_Instance 15
RSVP Path Info:
  My Address: 10.10.20.2
  Explicit Route: 10.10.20.1 3.3.3.3
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits

- PE2
LSP Tunnel PE1_t0 is signalled, connection is up
InLabel : Ethernet0/0, implicit-null
OutLabel : -
RSVP Signalling Info:
  Src 1.1.1.1, Dst 3.3.3.3, Tun_Id 0, Tun_Instance 15
RSVP Path Info:
  My Address: 3.3.3.3
  Explicit Route: NONE
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=7000 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=7000 kbits
```

FIGURE 9 – Show MPLS traffic-eng tunnels

3.1.8 Question 8



```
PE1#show mpls traffic-eng tunnels brief
Signalling Summary:
  LSP Tunnels Process:      running
  Passive LSP Listener:     running
  RSVP Process:             running
  Forwarding:               enabled
  Periodic reoptimization:  every 3600 seconds, next in 2504 seconds
  Periodic FRR Promotion:   Not Running
  Periodic auto-bw collection: every 300 seconds, next in 104 seconds
TUNNEL NAME                DESTINATION    UP IF    DOWN IF
STATE/PROT
PE1_t0                     3.3.3.3        -        Et0/0    up/up
PE2_t1                     1.1.1.1        Et0/1    -        up/up
Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 1 (of 1) tails
```

FIGURE 10 – Show mpls traffic-eng tunnels brief

La commande "show mpls traffic-eng tunnels brief" affiche une liste succincte des tunnels d'ingénierie de trafic MPLS configurés sur un périphérique réseau. Cette commande fournit les informations suivantes :

- Tunnel Name : Le nom du tunnel MPLS Traffic Engineering.
- State : L'état du tunnel (UP ou DOWN).
- Destination : L'adresse de destination du tunnel.

3.2 Communication entre les deux clients avec MPLS-TE

3.2.1 Question 1

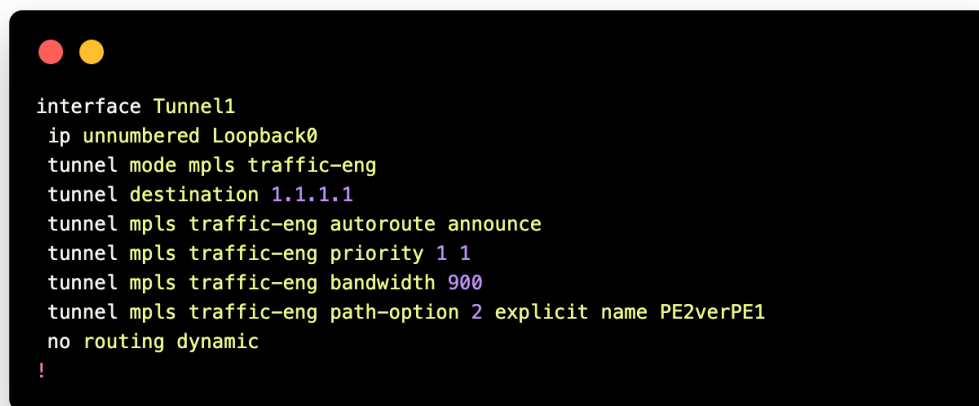
Pour vérifier la connexion avec le client CE2 depuis le réseau local du CE1 en effectuant un ping étendu il faut faire la commande suivante :

CE1#ping

Le ping ne fonctionne pas car pour l'instant nous avons un seul tunnel dans un seul sens donc les deux côtés ne peuvent pas encore communiquer. Car quand on ping depuis CE1 le paquet s'envoie mais le retour ne peut pas se faire car le paquet se perd.

3.3 MPLS-TE avec chemin explicite

3.3.1 Question 1



```
interface Tunnel1
 ip unnumbered Loopback0
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel destination 1.1.1.1
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng priority 1 1
 tunnel mpls traffic-eng bandwidth 900
 tunnel mpls traffic-eng path-option 2 explicit name PE2verPE1
 no routing dynamic
!
```

FIGURE 11 – Déclaration du Tunnel1

Voici donc ci-dessus la déclaration du Tunnel1.

3.3.2 Question 2

Voici la commande pour déclarer le chemin explicite en utilisant l'option 'strict' :

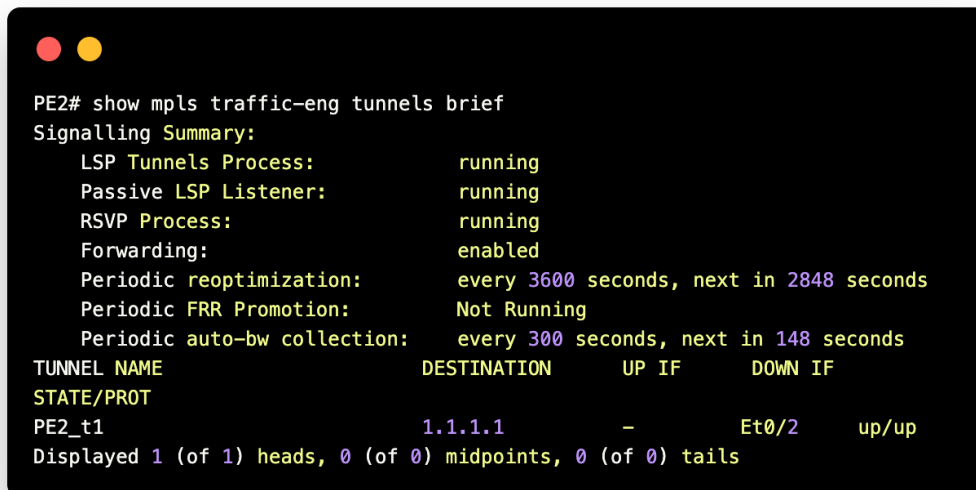
```
tunnel mpls traffic-eng path-option 2 explicit name PE2verPE1
ip explicit-path name PE2verPE1 enable
next-address 5.5.5.5
next-address 4.4.4.4
next-address 1.1.1.1
```

3.3.3 Question 3

Voici donc la commande pour orienter tout trafic à destination du réseau 172.16.10.0/24 vers le tunnel que nous venons de créer. **ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 Tunnel1**

3.3.4 Question 4

J'effectue donc la commande **show mpls traffic-eng tunnels brief** et je peux constater donc que tout fonctionne normalement comme le démontre la figure ci-dessous.

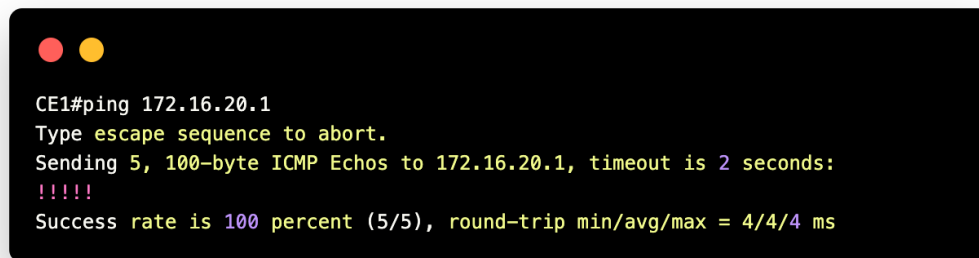


```
PE2# show mpls traffic-eng tunnels brief
Signalling Summary:
  LSP Tunnels Process:      running
  Passive LSP Listener:     running
  RSVP Process:             running
  Forwarding:               enabled
  Periodic reoptimization:  every 3600 seconds, next in 2848 seconds
  Periodic FRR Promotion:   Not Running
  Periodic auto-bw collection: every 300 seconds, next in 148 seconds
TUNNEL NAME                DESTINATION    UP IF    DOWN IF
STATE/PROT
PE2_t1                     1.1.1.1       -        Et0/2    up/up
Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
```

FIGURE 12 – Vérification de l'établissement du tunnel

3.3.5 Question 5

Je vérifie à nouveau le ping et nous nous rendons compte que le ping fonctionne bien.

A terminal window with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) in the top-left corner. The terminal text is as follows:

```
CE1#ping 172.16.20.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.20.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
```

FIGURE 13 – Vérification de l'établissement du tunnel

3.3.6 Question 6

J'effectue donc un traceroute sur CE1 et CE2 pour aller respectivement aux deux réseaux locaux et voici ce que j'obtiens.

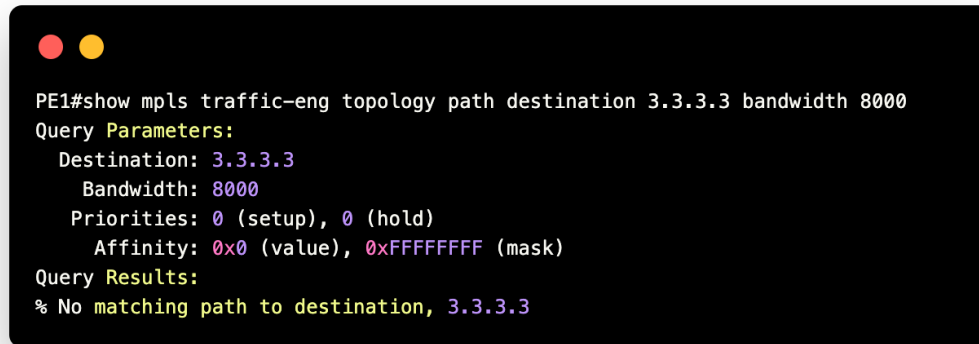
3.4 Chemin ne satisfaisant pas les contraintes TE.

3.4.1 Question 1

Depuis que nous avons changé la bande passante initialement prévu les pings entre le CE2 et le CE1 ne fonctionne plus. Cela est dû au fait que la bande passante physique maximale autorisée des interfaces est plus petite que celle attribuée au tunnel.

3.4.2 Question 2

Voici donc ce que l'on obtient lorsque l'on vérifie la présence d'un chemin qui vérifie certaines contraintes.

A terminal window with a black background and white text. At the top left, there are three colored circles (red, yellow, green). The text in the terminal is as follows:

```
PE1#show mpls traffic-eng topology path destination 3.3.3.3 bandwidth 8000
Query Parameters:
  Destination: 3.3.3.3
  Bandwidth: 8000
  Priorities: 0 (setup), 0 (hold)
  Affinity: 0x0 (value), 0xFFFFFFFF (mask)
Query Results:
% No matching path to destination, 3.3.3.3
```

FIGURE 14 – Vérification de la présence d'un chemin