Comprendre les critères de validation du chemin de la stratégie Ingénieur du trafic de routage de segment

Table des matières

- Introduction
- Conditions préalables
  - Exigences
  - Composants utilisés
- Topologie du réseau
- Conception réseau
- Comportement de la politique statique SR TE
  - Condition 1 - La liste d'identificateurs de segment (SID) est composée uniquement de SID (valeurs d'étiquette)
    - Configuration
    - Vérification
    - Observation
    - Explication
  - Condition 2 - La liste SID est composée de SID et de descripteurs SID (exemple d'adresse IP)
    - Configuration
    - Vérification
    - Observation
    - Explication
- Conditions d'invalidation de la liste SID
- Comportement de la politique dynamique SR TE
  - Configuration
  - Observation
- Comportement de la stratégie statique SRTE SRV6
  - Configuration
  - Vérification
  - Observation
- Conclusion
- Commandes

Introduction

Ce document décrit le comportement des politiques statique et dynamique SR-TE (Segment Routing Traffic Engineer) lorsqu'un routeur définit le bit de surcharge (OL).

Conditions préalables

Exigences

Cisco vous recommande d'avoir des connaissances de base sur :

- Commutation multiprotocole par étiquette (MPLS).
- Système intermédiaire à système intermédiaire (ISIS)
- Ingénieur du trafic de routage de segment (SR-TE)
- Routage de segment sur IPv6 (SRV6)

Composants utilisés

- Les informations contenues dans ce document sont basées sur Device : Routeur de services d'agrégation 9000 (ASR9K).
- The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. Si votre réseau est en ligne, assurez-vous de bien comprendre l'incidence possible des commandes.

Topologie du réseau

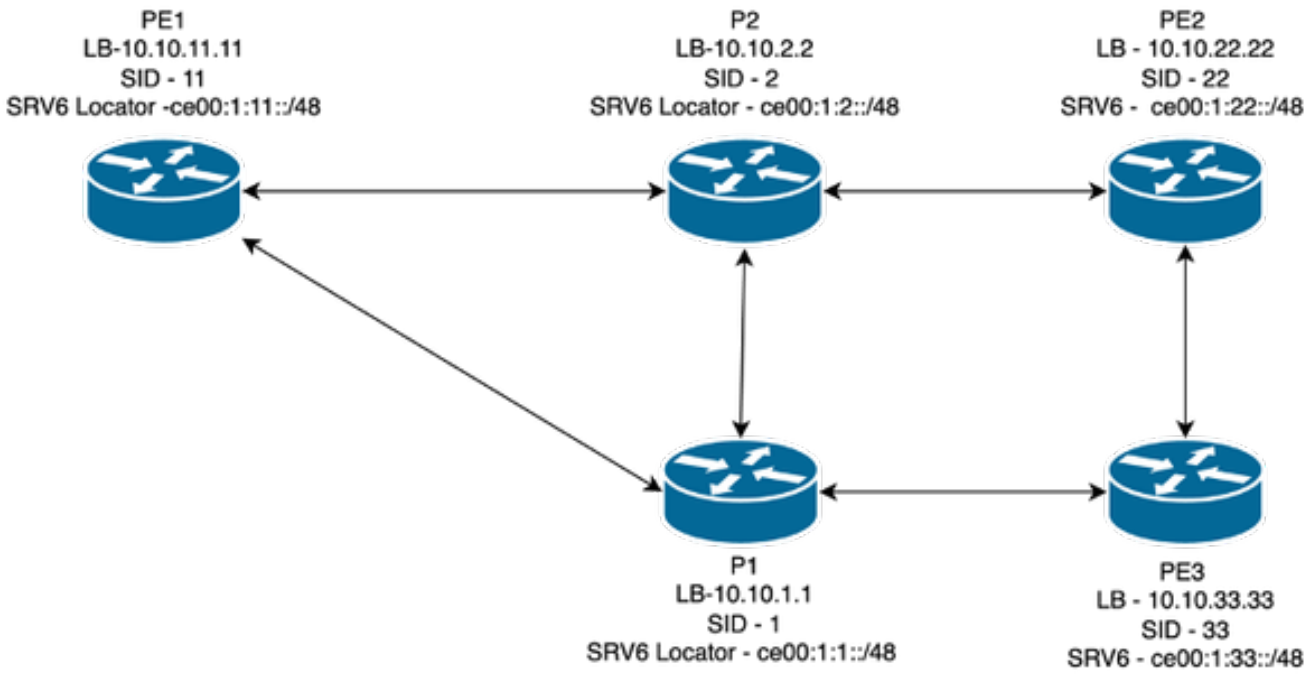


Figure 1 Topologie du réseau

Conception réseau

- Domaine ISIS unique avec les familles d'adresses IPV4 et IPV6 activées
- L'option de remplacement sans boucle indépendante de la topologie (TI-LFA) avec MLA (Micro Loop Avoidance) SR est configurée

- Bloc global de routage de segment (SRGB) : 16000 - 24000

Comportement de la politique statique SR TE

Condition 1 - La liste d'identificateurs de segment (SID) est composée uniquement de SID (valeurs d'étiquette)

Configuration

```
segment-routing
 traffic-eng
  segment-list PE1-to-PE3
   index 10 mpls label 16002 >>>>>>>>>> P2
   index 20 mpls label 16022 >>>>>>>>>> PE2
   index 30 mpls label 16033>>>>>>>>>>>PE3
  !
  policy Policy-PE1-to-PE3
   binding-sid mpls 1000
   color 1000 end-point ipv4 10.10.33.33
   candidate-paths
    preference 100
     explicit segment-list PE1-to-PE3
```

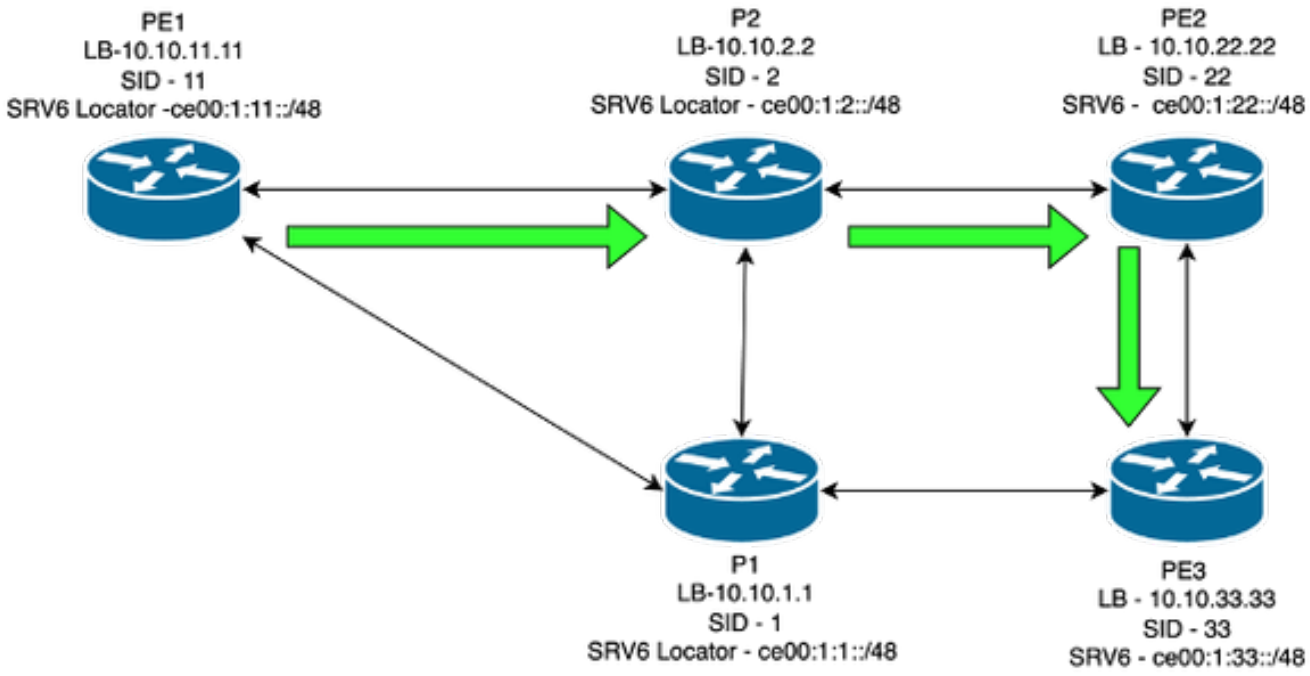


Figure 2 : Chemin emprunté par la stratégie Policy-PE1-to-PE3

Vérification

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1000 detail
SR-TE policy database
---------------------
Color: 1000, End-point: 10.10.33.33
  Name: srte_c_1000_ep_10.10.33.33
  Status:
    Admin: up  Operational: up for 00:00:24 (since Apr 18 10:22:21.382)
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (active)
      Name: Policy-PE1-to-PE3
      Requested BSID: 1000
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 10
      Explicit: segment-list PE1-to-PE3 (valid)
        Weight: 1, Metric Type: TE
          16002 [Prefix-SID, 10.10.2.2]
          16022
          16033
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show isis database
Fri Apr 18 10:29:47.616 UTC

IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID                 LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime/Rcvd  ATT/P/OL
ASR9910-4-P1-CE1.00-00   0x000015f7   0x7c3d        1195 /1200         0/0/0
ASR9906-2-P2-CE23.00-00  0x000015f2   0xa255        1188 /1200         0/0/1
ASR9906-1-PE1-PCC.00-00* 0x000015ee   0xa580        495  /*            0/0/0
ASR-9904-5-PE2-PCC.00-00 0x000015e6   0x47df        1086 /1200         0/0/1
ASR9910-3-PE3-PCC.00-00  0x000015e8   0x053e        966  /1200         0/0/1
```

Observation

Lorsque le bit de surcharge est défini sur l'un des routeurs du chemin (Provider Router (P)2, Provider Edge Router (PE)2 et PE3), la présence du bit de surcharge défini sur tous les routeurs intermédiaires du chemin SR-TE, ou même sur le routeur de queue lui-même, n'a pas d'impact sur la validation ou l'installation de la politique SR-TE (Segment Routing Traffic Engineering), à condition que le premier identificateur de segment (SID) dans la liste de SID explicite puisse être résolu avec succès vers une interface de transfert .

Explication

Les identificateurs de segment (SID) sont représentés sous la forme de valeurs d'étiquette MPLS. Lorsqu'un routeur de tête de réseau (PE1) reçoit une politique SR-TE, généralement d'un élément de calcul de chemin (PCE), il ne valide pas la liste SID complète. Au lieu de cela, il effectue uniquement la résolution et la validation du premier SID de la liste de segments.

Ce comportement de conception est intentionnel et permet la prise en charge des politiques SR-TE inter-domaines, où une seule politique SR s'étend sur plusieurs domaines IGP. Étant donné que le routeur de tête de réseau n'a pas de visibilité sur les domaines distants, un PCE centralisé

est chargé d'effectuer le calcul de chemin de bout en bout sur ces domaines. Le PCE renvoie une pile d'étiquettes entièrement résolue (liste SID) au client de calcul de chemin (PCC), qui est généralement le routeur de tête de réseau.

À la réception de la stratégie, le routeur de tête de réseau l'installe tant que le premier SID peut être résolu via des entrées de transfert local. Il ne tente pas de résoudre ou de valider les SID suivants, car ils appartiennent à des domaines distants en dehors de sa vue topologique. Ce même comportement s'applique à la liste des SID statiques configurée manuellement sur le routeur principal, où seul le 1er SID de la liste est validé et ne valide pas les SID suivants.

Condition 2 - La liste SID est composée de SID et de descripteurs SID (exemple d'adresse IP)

Configuration

```
segment-list PE3-to-PE1-4sids
   index 1 mpls label 16022
   index 2 mpls label 16002
   index 3 mpls adjacency 10.10.21.1 >>>>>> SID descriptor
   index 4 mpls label 16011

   policy Policy-PE3-to-PE1-4sids
   binding-sid mpls 3001
   color 3001 end-point ipv4 10.10.11.11
   candidate-paths
    preference 100
     explicit segment-list PE3-to-PE1-4sids
```

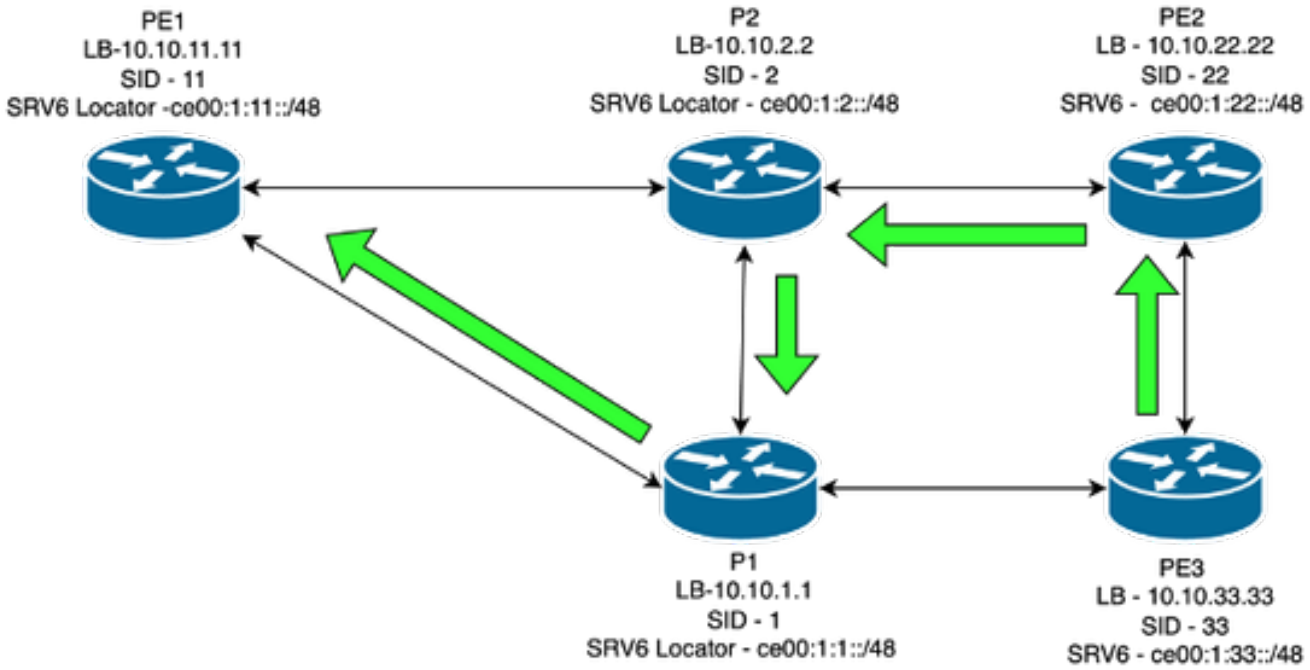


Figure 3 : Chemin emprunté par la politique Policy-PE3-to-PE1-4sids

Vérification

```
RP/0/RSP0/CPU0:ASR9910-3-PE3-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 3001
SR-TE policy database
---------------------

Color: 3001, End-point: 10.10.11.11
  Name: srte_c_3001_ep_10.10.11.11
  Status:
    Admin: up  Operational: up for 00:01:00 (since Apr 27 07:03:01.980)
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (active)
      Name: Policy-PE3-to-PE1-4sids
      Requested BSID: 3001
      Constraints:
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 10
      Explicit: segment-list PE3-to-PE1-4sids (valid)
        Weight: 1, Metric Type: TE
          16022 [Prefix-SID, 10.10.22.22]
          16002 [Prefix-SID, 10.10.2.2]
          24000 [Adjacency-SID, 10.10.21.2 - 10.10.21.1]
          16011 [Prefix-SID, 10.10.11.11]
  Attributes:
    Binding SID: 3001
    Forward Class: Not Configured
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: yes
    Invalidation drop enabled: no
    Max Install Standby Candidate Paths: 0
```

Lorsque le bit de surcharge est défini sur P1 :

```
RP/0/RSP0/CPU0:ASR9910-3-PE3-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 3001
SR-TE policy database
---------------------

Color: 3001, End-point: 10.10.11.11
  Name: srte_c_3001_ep_10.10.11.11
  Status:
    Admin: up  Operational: down for 00:00:02 (since Apr 27 07:06:24.845) >> policy is down
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (inactive)
      Name: Policy-PE3-to-PE1-4sids
      Requested BSID: 3001
      Constraints:
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 10
      Explicit: segment-list PE3-to-PE1-4sids (inactive) >>> path is inactive
      Last error: IPv4 address follows an unresolved label: 10.10.21.1
        Weight: 1, Metric Type: TE
```

```
        16022
        16002
        16011
        16011
  Attributes:
    Forward Class: 0
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: no
    Invalidation drop enabled: no
    Max Install Standby Candidate Paths: 0
```

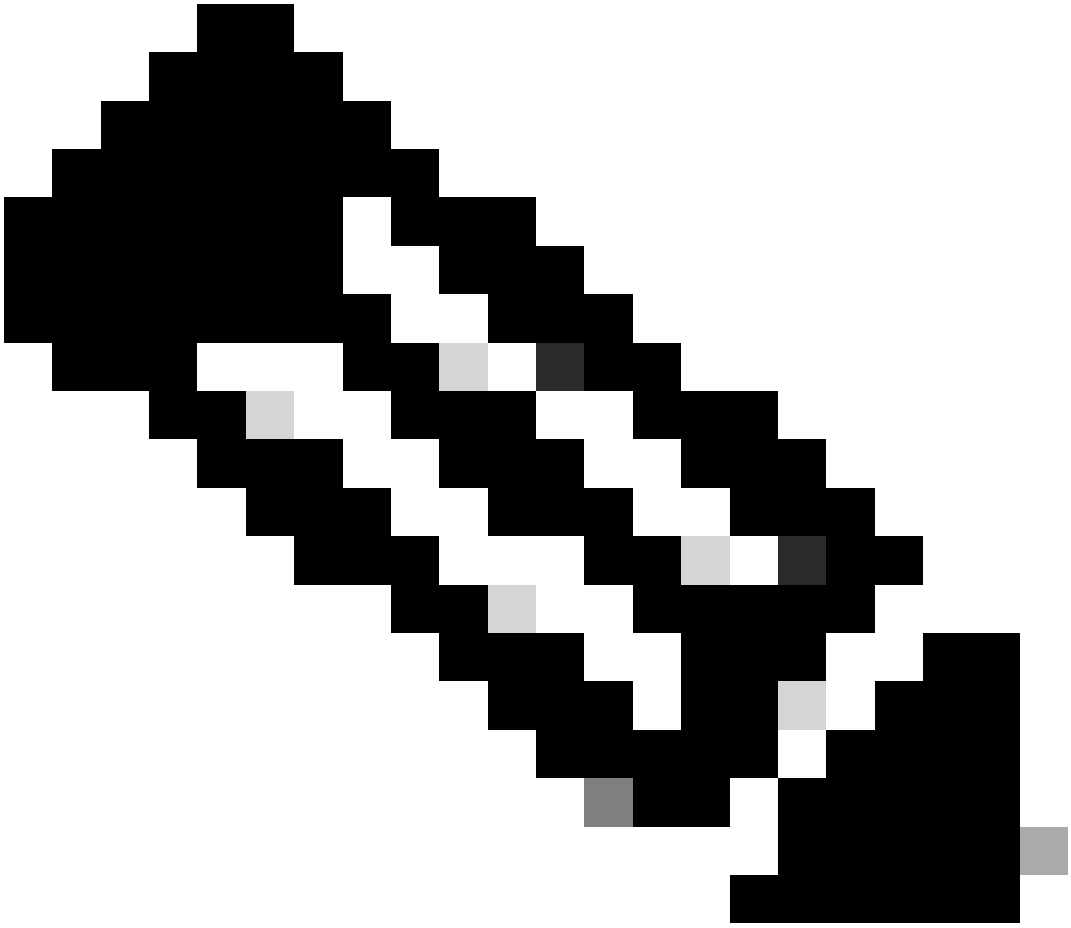
Observation

Lorsque le bit de surcharge est défini sur PE2, P2 ou P1, la stratégie est désactivée et le chemin est invalidé.

Explication

Le routeur de tête de réseau tente de résoudre tous les descripteurs SID spécifiés. Tant que le premier SID est valide, la résolution du descripteur SID pour P1 échoue car le bit de surcharge de P1 est défini dans son annonce LSP IGP. Cela rend le SID de contiguïté correspondant inutilisable, ce qui entraîne un échec de validation pour ce segment du chemin.

Par conséquent, même si la résolution partielle a réussi, la stratégie SR-TE dans son ensemble échoue à la validation en raison du SID de contiguïté non résoluble pour P1. Cet état opérationnel de la stratégie est marqué comme down, et le chemin explicite associé est placé dans un état inactif, l'empêchant d'être utilisé pour le pilotage du trafic .



Remarque :

Lorsque le bit de surcharge est défini sur le routeur d'extrémité arrière (PE1), son SID fait toujours partie de la liste des SID configurés, mais il est supprimé de la pile d'étiquettes encapsulées lors de la validation. Par conséquent, la stratégie SR-TE reste active et valide puisqu'elle répond aux exigences minimales suivantes : le premier SID se résout en interface sortante (par exemple ., HundredGigE0/1/0/2) et possède un descripteur SID résolu. Cependant, le trafic n'atteint pas PE1 car son étiquette n'est pas présente dans la pile de transfert. Pour assurer la validation complète de bout en bout d'une liste de SID statique dans SR-TE, utilisez le descripteur SID du saut final pour valider l'ensemble du chemin LSP.

Conditions d'invalidation de la liste SID

- Quand il est vide.
- Lorsque la tête de réseau ne parvient pas à résoudre le premier SID en une ou plusieurs

interfaces sortantes ou tronçons suivants.
- Lorsque la tête de réseau ne parvient pas à résoudre un autre SID qui est exprimé en tant que descripteur SID .

Comportement de la politique dynamique SR TE

Configuration

```
  policy Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
   binding-sid mpls 1001
   color 1001 end-point ipv4 10.10.33.33
   candidate-paths
    preference 100
     dynamic
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1001

SR-TE policy database
---------------------

Color: 1001, End-point: 10.10.33.33
  Name: srte_c_1001_ep_10.10.33.33
  Status:
    Admin: up  Operational: up for 02:27:53 (since Apr 27 08:31:55.304)
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (active)
      Name: Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
      Requested BSID: 1001
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 10
      Dynamic (valid)
        Metric Type: TE,   Path Accumulated Metric: 20
          16033 [Prefix-SID, 10.10.33.33]
  Attributes:
    Binding SID: 1001
    Forward Class: Not Configured
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: yes
    Invalidation drop enabled: no
```

La commande traceroute d'une stratégie SRTE fournit le chemin emprunté par la stratégie qui, dans ce cas, est le chemin IGP :

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#traceroute sr-mpls policy name srte_c_1001_ep_10.10.33.33 lsp-end-poin

Type escape sequence to abort.

  0 10.10.112.11 MRU 1500 [Labels: 16033 Exp: 0] >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> PE1
```

```
L 1 10.10.112.1 MRU 1500 [Labels: explicit-null Exp: 0] 13 ms >>>>>>>>>>>>>P1
! 2 10.10.31.33 6 ms>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>PE3
```

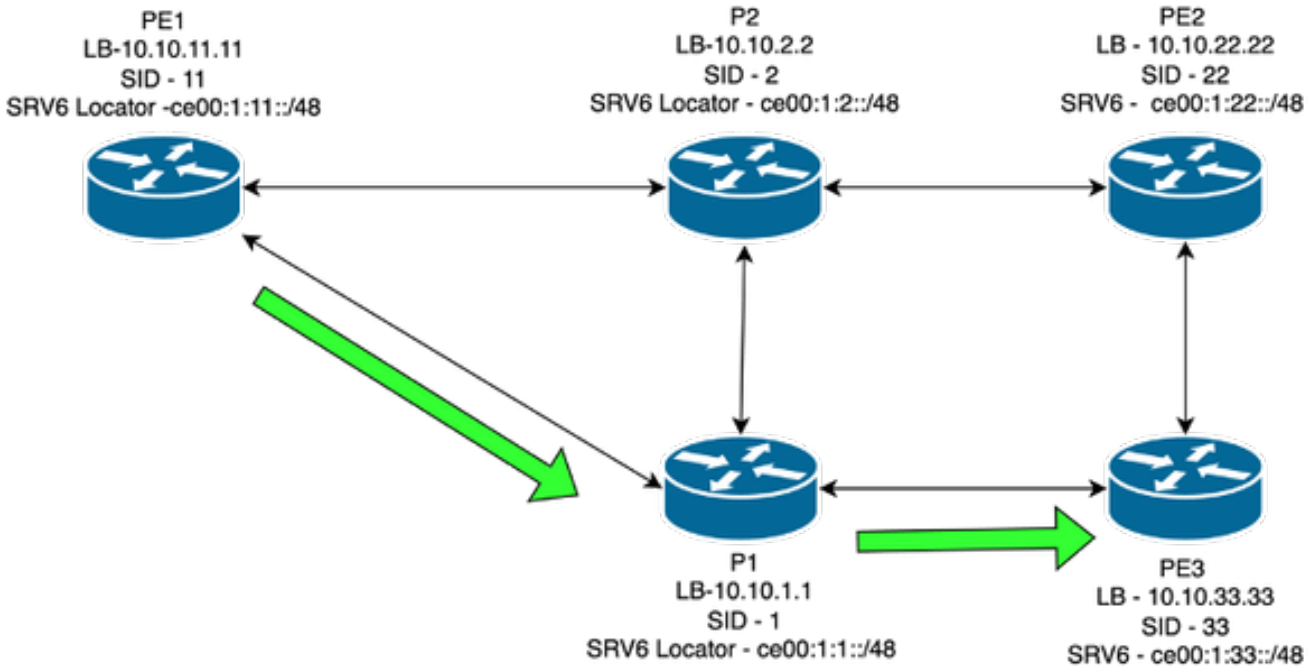


Figure 4 : Chemin emprunté par la politique Dynamic-Policy-PE1-to-PE3

Lorsque le bit de surcharge est défini sur P1 :

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#traceroute sr-mpls policy binding-sid 1001 lsp-end-point  10.10.33.33

Type escape sequence to abort.

  0 10.10.212.11 MRU 1500 [Labels: 16033 Exp: 0]>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> PE1
L 1 10.10.212.2 MRU 1500 [Labels: 16033 Exp: 0] 10 ms>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>P2
L 2 10.10.223.22 MRU 1500 [Labels: explicit-null Exp: 0] 5 ms>>>>>>>>>>>>>>>>PE2
! 3 10.10.123.33 4 ms>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> PE3
```

Le chemin emprunté par la stratégie SRTE contourne le routeur P1 .

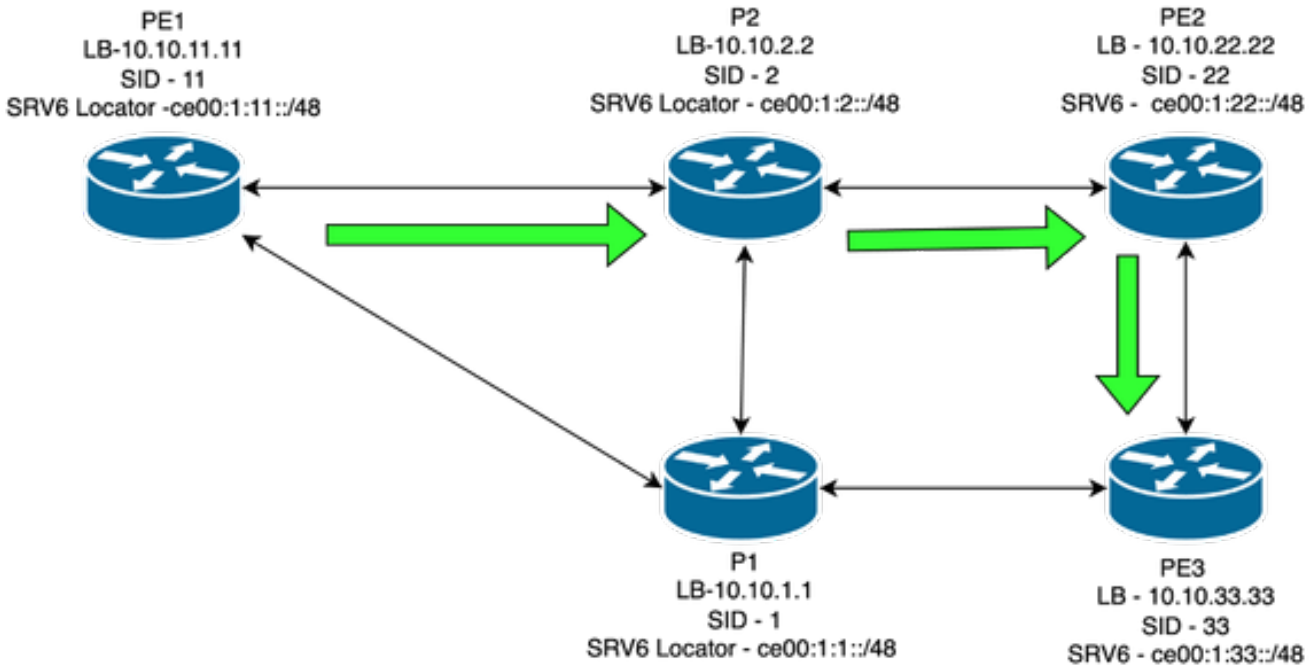


Figure 5 : Chemin emprunté par la politique Dynamic-Policy-PE1-to-PE3 lorsque le bit P1 est contourné alors que le bit OL est défini sur P1

Lorsque le bit de surcharge est défini sur PE3 :

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show isis database
ASR9910-3-PE3-PCC.00-00  0x000019c6   0x3d24        1195 /1200         0/0/1
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1001

Color: 1001, End-point: 10.10.33.33
  Name: srte_c_1001_ep_10.10.33.33
  Status:
    Admin: up  Operational: up for 02:27:53 (since Apr 27 08:31:55.304)
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (active)
      Name: Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
      Requested BSID: 1001
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 10
      Dynamic (valid)
        Metric Type: TE,   Path Accumulated Metric: 20
          16033 [Prefix-SID, 10.10.33.33]
  Attributes:
    Binding SID: 1001
    Forward Class: Not Configured
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: yes
    Invalidation drop enabled: no
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#traceroute sr-mpls policy name srte_c_1001_ep_10.10.33.33 lsp-end-poin

Type escape sequence to abort.

  0 10.10.112.11 MRU 1500 [Labels: 16033 Exp: 0] >>>>>>>>>>>>>>>>>> PE1
L 1 10.10.112.1 MRU 1500 [Labels: explicit-null Exp: 0] 8 ms>>>>>>> P1
! 2 10.10.31.33 4 ms>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> PE3
```

Observation

Ici, même lorsque le bit OL est envoyé sur PE3, le SID est obtenu pour PE3 et le trafic est acheminé vers son routeur de destination PE3 .

Comportement de la stratégie statique SRTE SRV6

Configuration

```
segment-routing
 traffic-eng
  segment-lists
   srv6
    sid-format usid-f3216
    topology-check>>>>>>>>>>>>>>>> command is required for srv6 SID list validation
   !
   segment-list srv6-PE2-to-PE3
    srv6
     index 10 sid ce00:1:2::
     index 20 sid ce00:1:11::
     index 30 sid ce00:1:1::
    !
   !
  !
  policy SRV6Policy-PE2-toPE3
   srv6
    locator corelocator binding-sid dynamic behavior ub6-insert-reduced
   !
   color 2000 end-point ipv6 ce00:1:33::
   candidate-paths
    preference 100
     explicit segment-list srv6-PE2-to-PE3
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng policy name  srte_c_2000_ep_ce00:1:3

SR-TE policy database
---------------------

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
  Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
  Status:
    Admin: up  Operational: up for 00:30:35 (since Apr 27 08:31:30.516)
```

```
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (active)
      Name: SRV6Policy-PE2-toPE3
      Requested BSID: dynamic
      Constraints:
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 13
      Explicit: segment-list srv6-PE2-to-PE3 (valid)
        Weight: 1, Metric Type: TE
          SID[0]: ce00:1:2::/48
                  Format: f3216
                  LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
          SID[1]: ce00:1:11::/48
                  Format: f3216
                  LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
          SID[2]: ce00:1:1::/48
                  Format: f3216
                  LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
      SRv6 Information:
        Locator: corelocator
        Binding SID requested: Dynamic
        Binding SID behavior: uB6 (Insert.Red)
  Attributes:
    Binding SID: ce00:1:22:e004::
    Forward Class: Not Configured
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: yes
    Invalidation drop enabled: no
    Max Install Standby Candidate Paths: 0



RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng forwarding policy name  srte_c_2000_

SR-TE Policy Forwarding database
--------------------------------

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
  Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
  Binding SID: ce00:1:22:e004::
  Active LSP:
    Candidate path:
      Preference: 100 (configuration)
      Name: SRV6Policy-PE2-toPE3
    Segment lists:
      SL[0]:
        Name: srv6-PE2-to-PE3
        SL ID: 0xf
        Switched Packets/Bytes: ?/?
        Paths:
          Path[0]:
            Outgoing Interfaces: HundredGigE0/1/0/7
            Next Hop: fe80::bee7:12ff:fea3:b70c
            FRR Pure Backup: No
            ECMP/LFA Backup: No
            SID stack (Top -> Bottom): {ce00:1:2::/48, ce00:1:11::/48, ce00:1:1::/48}
          Path[1]: >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> backup SRV6 path
            Outgoing Interfaces: HundredGigE0/1/0/0
            Next Hop: fe80::bee7:12ff:fea3:b874
            FRR Pure Backup: Yes
```

```
        ECMP/LFA Backup: Yes
        SID stack (Top -> Bottom): {ce00:1:1::/48, ce00:1:2::/48, ce00:1:11::/48,
                                    ce00:1:1::/48}
```

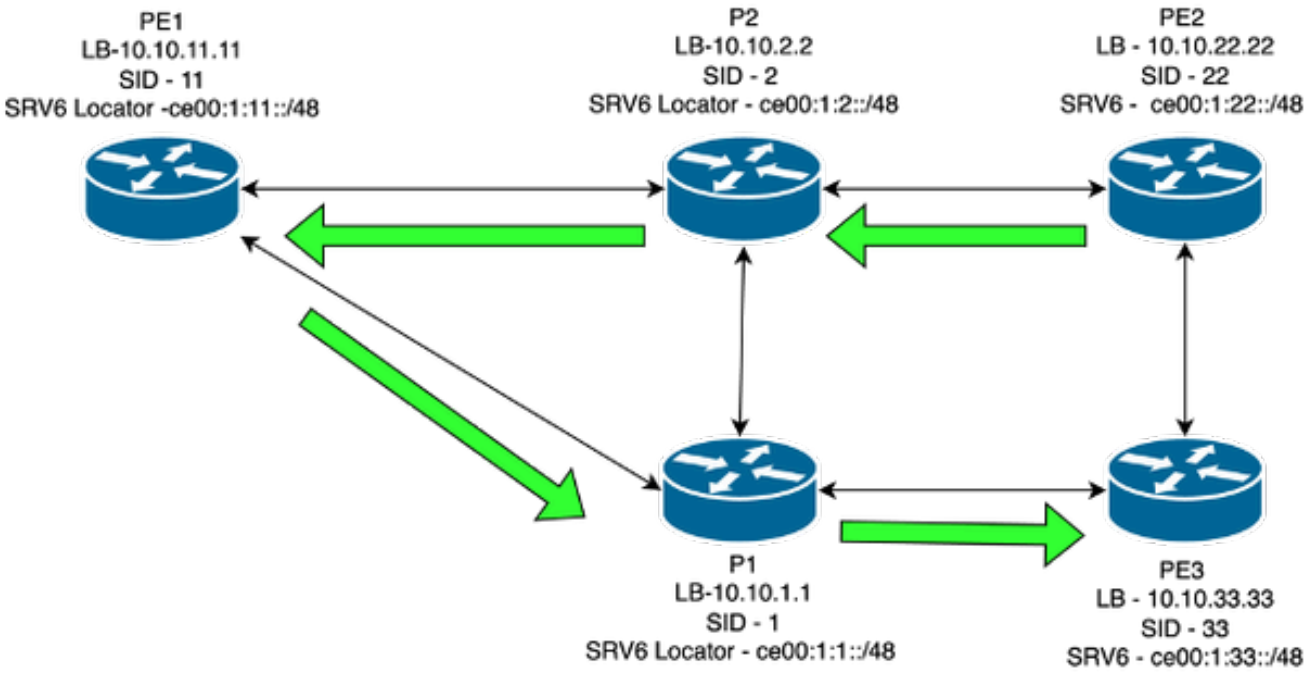


Figure 6 : Chemin emprunté par la stratégie SRV6Policy-PE2-toPE3 static SID-List

Vérification

Lorsque PE1 est surchargé :

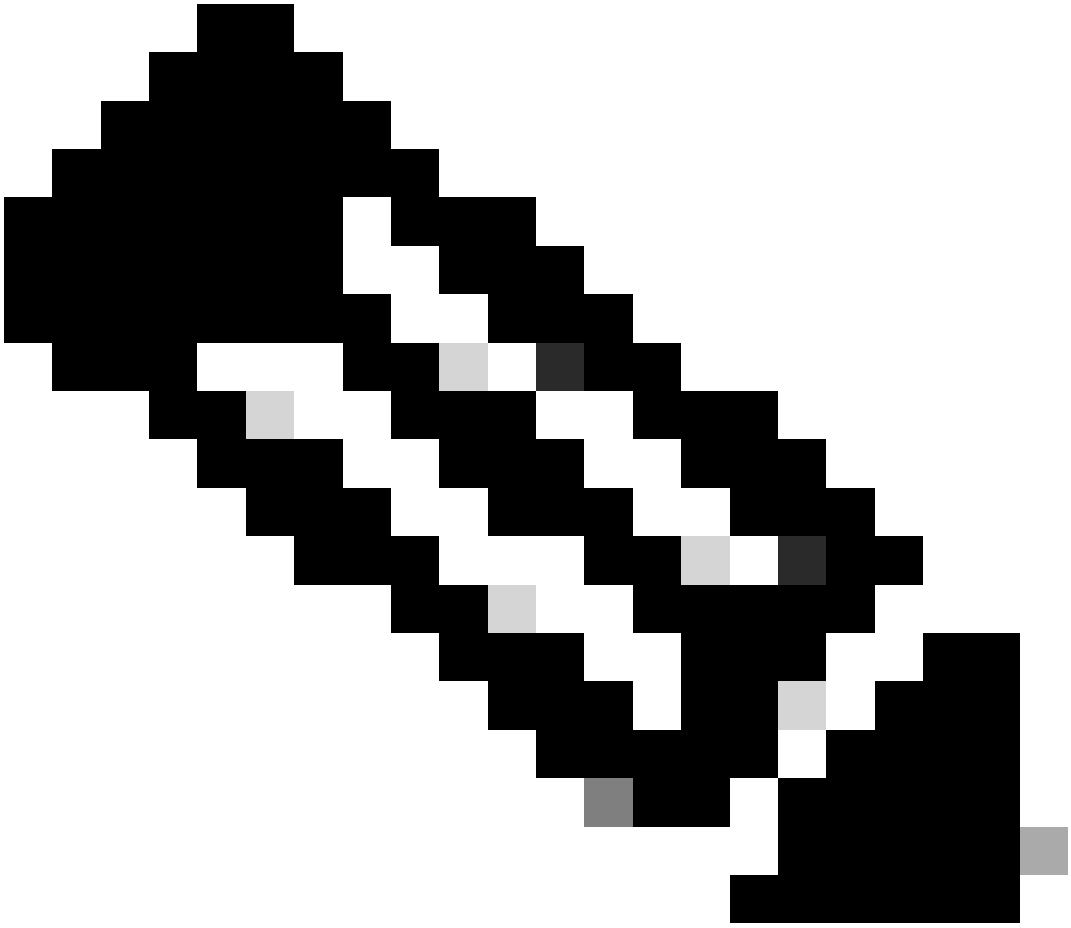
```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng policy name  srte_c_2000_ep_ce00:1:3
SR-TE policy database
---------------------

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
  Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
  Status:
    Admin: up  Operational: down for 00:00:06 (since Apr 27 09:08:32.012)
  Candidate-paths:
    Preference: 100 (configuration) (inactive)
      Name: SRV6Policy-PE2-toPE3
      Last error: SRv6 SIDs failed verification
      Requested BSID: dynamic
      Constraints:
        Protection Type: protected-preferred
        Maximum SID Depth: 13
      Explicit: segment-list srv6-PE2-to-PE3 (inactive)
      Last error: Topology check failed for SID: ce00:1:11::
        Weight: 1, Metric Type: TE
          SID[0]: ce00:1:2::/48
          SID[1]: ce00:1:11::/48
          SID[2]: ce00:1:1::/48
```

```
      SRv6 Information:
        Locator: corelocator
        Binding SID requested: Dynamic
        Binding SID behavior: uB6 (Insert.Red)
  Attributes:
    Forward Class: 0
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: yes
    Invalidation drop enabled: no
    Max Install Standby Candidate Paths: 0
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng forwarding policy name  srte_c_2000_
Sun Apr 27 09:08:49.239 UTC

SR-TE Policy Forwarding database
--------------------------------

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
  Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::

  Policy Packets/Bytes Switched: ?/?
```

Observation

- Lorsque le bit de surcharge des routeurs est défini sur les routeurs (P2, PE1 ou P1)
- Dans SRV6, lorsque l'un des routeurs de la liste SID (P2, PE1 ou P1) est surchargé, SRV6 TE est désactivé et le chemin est invalidé et la dernière erreur indique SRV6 SID du routeur qui n'est pas accessible



Remarque : Lorsque le bit de surcharge est défini sur PE3 , la stratégie SRV6 SRTE reste active et valide.

Conclusion

Ce document décrit le comportement de validation des chemins SR-TE (Segment Routing Traffic Engineering), en mettant l'accent sur la façon dont les politiques sont installées et évaluées en fonction des critères de résolution SID. Il souligne que seul le premier SID de la liste des SID est strictement validé par le routeur de tête de réseau, ce qui permet une flexibilité dans les scénarios de visibilité inter-domaines ou limitée. Il est essentiel de comprendre ces mécanismes de validation pendant les fenêtres de maintenance du réseau, car les opérateurs peuvent tirer parti de ce comportement pour préinstaller des politiques SR-TE qui ne transitent pas par des noeuds surchargés ou sous-entretenus tout en maintenant la continuité du transfert sur le réseau.

Commandes

- show segment-routing traffic-eng policy name <>
- show segment-routing traffic-eng forwarding policy name <>
- show segment-routing traffic-eng ipv4 topology isis hostname <> private

À propos de cette traduction
Cisco a traduit ce document en traduction automatisée vérifiée par une personne dans le cadre d'un service mondial permettant à nos utilisateurs d'obtenir le contenu d'assistance dans leur propre langue.

Il convient cependant de noter que même la meilleure traduction automatisée ne sera pas aussi précise que celle fournie par un traducteur professionnel.