

IPv6

Routage IPv6?

Alain Patrick AINA
aalain@afrinic.net

Le routage IPv6 est très proche du routage IPv4 avec des modifications mineures quoique la plupart des protocoles de routage aient été complètement reconstruits”

Protocoles de routage IPv6

- Routage Statique
- RIPng \Leftrightarrow RIPv2.
- IPv6 EIGRP \Leftrightarrow EIGRP
- IPv6 IS-IS
- OSPFv3 \Leftrightarrow OSFPv2
- Extensions IPv6 pour BGP: MP-BGP

Routage Statique

Routage statique

*ipv6 route ipv6-prefix/prefix-length {ipv6-address | interface-type interface-number [ipv6-address]} [administrative-distance] [administrative-multicast-distance | *unicast* | *multicast*] [tag tag]*

Exemples:

- transférer des paquets du réseau 2001:DB8::0/32 vers 2001:DB8:1:1::1 avec une distance administrative de 10

```
Router(config)# ipv6 route 2001:DB8::0/32 2001:DB8:1:1::1 10
```

- Route par défaut au 2001:DB8:1:1::1

```
Router(config)# ipv6 route ::/0 2001:DB8:1:1::1
```

- Configuration recommandée pour un next hop lien local

```
Router(config)# ipv6 route 2001:DB8::/32 FE80::260:3eff:fe47:1530 interface GigabitEthernet0/1
```

Insertion dynamique de routage statique

En IPv6, les routes statiques peuvent être configurées dynamiquement sur le routeur.

Exemples:

- “l’adresse IPv6 autoconfigure le défaut” -> la route par défaut pour indiquer le gateway
- DHCP-PD -> route statique au préfixe délégué

OSPFv3

(RFC2740)

Similitudes avec OSPFv2

- OSPFv3 est basé sur OSPFv2:

Fonctionne directement sur IPv6 (port 89)

Utilises les mêmes types de paquet de base

Les mécanismes de formation de découverte du voisin et de contiguïté sont identiques (tous les routeurs OSPF FF02::5, All OSPF DRs FF02::6)

Les mécanismes d'inondations et de vieillissement de LSA sont identiques

Types de même interface (P2P, P2MP, Broadcast, NBMA, Virtual)

- OSPFv3 et OSPFv2 fonctionnent sur des processus indépendant et opèrent comme « Ships in the Night »

Différences v2, v3

OSPFv3 fonctionne par lien au lieu du noeud (ou du réseau IP)

- Un lien est par définition un médium sur lequel deux noeuds peuvent communiquer au niveau 2
- Indépendamment des préfixes assignés, deux dispositifs peuvent communiquer en utilisant les adresses « link-local », donc ospfv3 fonctionne par lien au lieu de préfixe IP
- De nombreux préfixes IPv6 peuvent être assignés au même lien

Différences v2, v3 (Cont.)

Support de plusieurs instances par lien

- Un nouveau champ (instance) dans l'entête du paquet OSPF autorise l'utilisation de plusieurs instances par lien
- L'identifiant d'instance devra correspondre pour que le paquet soit accepté
- Utile pour la séparation du trafic; plusieurs aires par lien

Différences v2, v3 (Cont.)

Changement sémantique d'adresses dans LSA

- LSA de routeur et de réseau diffuse uniquement des informations de la topologie
- LSA de routeur peut être divisé à travers plusieurs LSAs ; L'identifiant d'état de lien dans l'entête de LSA est un identifiant de fragment
- Les préfixes Intra-Aire sont portés dans la donnée d'un nouveau LSA intra-area-prefix-LSAs
- Les préfixes sont portés dans la donnée de LSA inter-Aire et externe

Différences v2, v3 (Cont.)

Generalisation du l'étendu(scope) de diffusion

- Dans OSPFv3, il y a trois étendus de diffusion pour LSAs (link-local scope, area scope, AS scope) et ils sont codés explicitement dans le type de LS
- Dans OSPFv2, initialement seul les diffusions étendu Aire et AS sont définies; plus tard LSAs opaque a introduit aussi l'étendu link local

Différences v2, v3 (Cont.)

Manipulation explicite de LSA inconnus

- La manipulation du LSA inconnu est codée par l'intermédiaire du U-bit dans le type LS
- Quand U-bit est placé, le LSA est diffusé dans l'étendu correspondant, comme si on l'a compris
- Quand U-bit n'est pas placé, le LSA est diffusé dans l'étendu link local
- Dans v2 les LSA inconnus sont rejetés

Différences v2, v3 (Cont.)

Authentification est enlevée de OSPF

- l'authentification dans OSPFv3 a été enlevée et OSPFv3 se fonde maintenant sur l'entête d'authentification IPv6, puisque OSPFv3 tourne sur IPv6
- Les champs d'authentification et Autype dans l'entête du paquet OSPF ont donc été supprimés

Différences v2, v3 (Cont.)

Le format de paquet OSPF a été changé

- La champ mask a été enlevé du paquet Hello
- Les préfixes IPv6 sont seulement présents dans la donnée du paquet de mise à jour d'état de lien

Différences v2, v3 (Cont.)

Deux nouveaux LSAs ont été introduits

- Link-LSA a l'entendu link-local ainsi que trois objectifs

Porte l'adresse IPv6 link-local utilisée pour le calcul de NH

Annonce l'adresse IPv6 globale à d'autres routeurs sur le lien (utilisé pour le lien à accès multiple)

transporte les options des routeurs au DR sur le lien

- Intra-area-prefix-LSA pour annoncer les adresses IPv6 des routeurs dans l'aire

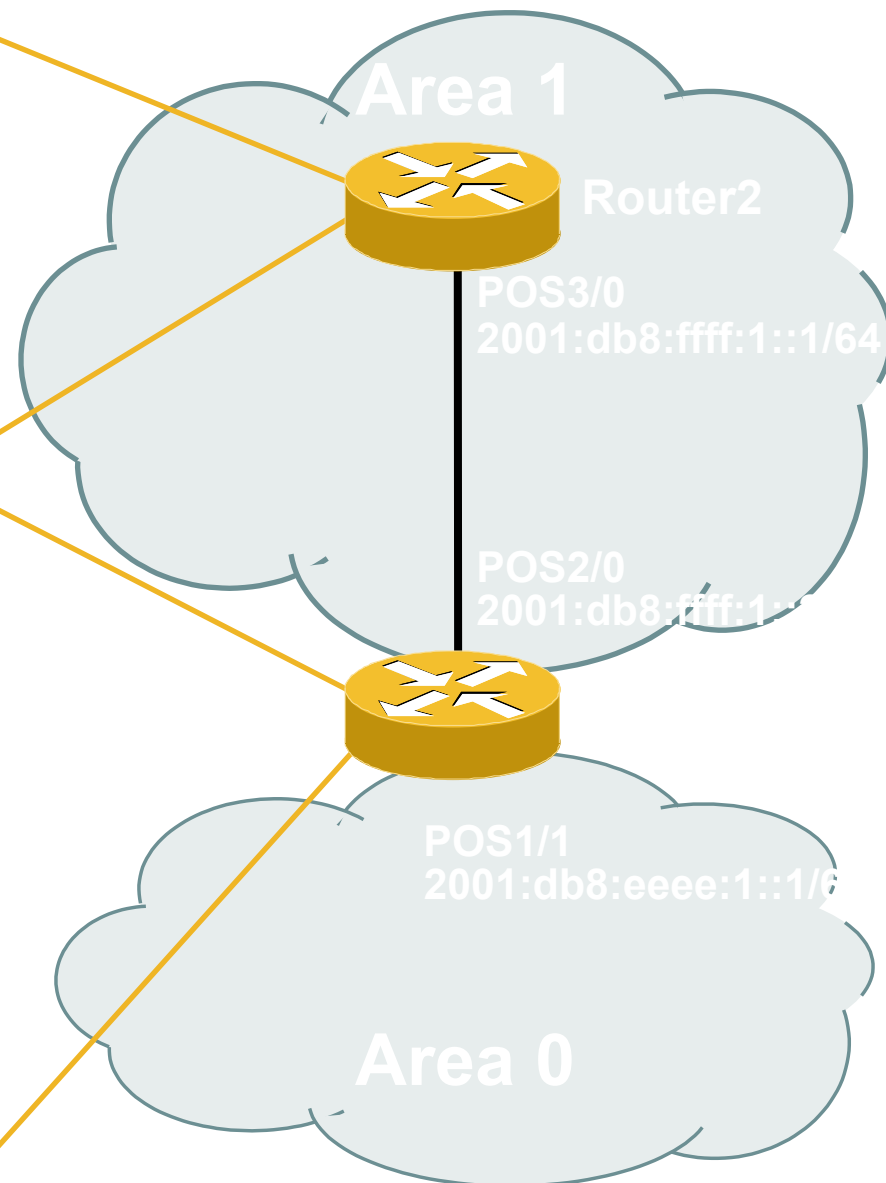
Types LSA⁴

	LSA Function Code	LSA Type
Router-LSA	1	0x2001
Network-LSA	2	0x2002
Inter-Area-Prefix-LSA	3	0x2003
Inter-Area-Router-LSA	4	0x2004
AS-External-LSA	5	0x4005
Group-membership-LSA	6	0x2006
Type-7-LSA	7	0x2007
Link-LSA	8	0x0008
Intra-Area-Prefix-LSA New	9	0x2009

Exemple de configuration OSPFv3

```
Router2#  
interface POS3/0  
  ipv6 address 2001:db8:FFFF:1::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 ospf 100 area 1  
  
ipv6 router ospf 100  
  router-id 10.1.1.4
```

```
Router1#  
interface POS1/1  
  ipv6 address 2001:db8:EEEE:1::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 ospf 100 area 0  
  
interface POS2/0  
  ipv6 address 2001:db8:FFFF:1::2/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 ospf 100 area 1  
  
ipv6 router ospf 100  
  router-id 10.1.1.3
```



Exemple de configuration OSPFv3 (Cont.)

```
Router2#show ipv6 ospf int pos 3/0
POS3/0 is up, line protocol is up
  Link Local Address FE80::290:86FF:FE5D:A000, Interface ID 7
  Area 1, Process ID 100, Instance ID 0, Router ID 10.1.1.4
  Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:02
  Index 1/1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0) ^
  Last flood scan length is 3, maximum is 3
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 10.1.1.3
  Suppress hello for 0 neighbor(s) ^
```

Exemple de configuration OSPFv3 (Cont.)

```
Router2#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
OI 2001:db8:EEEE:1::/64 [110/2]
    via FE80::2D0:FFFF:FE60:DFFF, POS3/0
C 2001:DB8:FFFF:1::/64 [0/0]
  via ::, POS3/0
L 2001:DB8:FFFF:1::1/128 [0/0]
  via ::, POS3/0
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0
```

Développements futurs de OSPFv3

- OSPFv3 doit être développé pour soutenir d'autres possibilités au delà du routage unicast IPv6:

unicast et multicast IPv6

Unicast et multicast IPv4

Multi Topologies dans chaque famille d'adresse

- Ce travail est encore en terme de standardisation:

- Support MT pour plusieurs familles d'adresses: [draft-ietf-ospf-mt-ospfv3](#)
- Une solution intermédiaire est proposée quand des instances de OSPFv3 sont utilisées pour chaque famille d'adresse. Chaque AF/Instance aura ses propres bases de contiguités*, SPF, fonctionnant de ce fait en mode ships in the night : [draft-ietf-ospfv3-af-alt](#)

*pour toutes les AFs, les contiguités sont construites sur IPv6!

MP-BGP

(RFC2545)

Extensions BGP-4 pour IPv6

BGP-4 diffusent seulement 3 informations qui sont vraiment spécifiques à IPv4:

- NLRI contient un préfixe IPv4 dans le message de mise à jour
- l'attribut NEXT_HOP contient une adresse IPv4 dans le message de mise à jour
- L'identifiant BGP est dans le message OPEN et l'attribut AGGREGATOR

Extensions BGP-4 pour IPv6

Pour rendre BGP-4 disponible pour d'autres protocoles, RFC 4760 définit des extensions multiprotocoles pour BGP-4:

- Permet à BGP-4 de diffuser les informations d'autres protocoles (MPLS, IPv6, etc)
- Nouveaux attributs facultatifs et non transitifs de BGP-4

MP_REACH_NLRI

MP_UNREACH_NLRI

- Attribut NEXT_HOP indépendant du protocole
- Attribut NLRI indépendant du protocole

Extensions BGP-4 pour IPv6

- Nouveaux attributs facultatifs et non-transitifs de BGP:
 - MP_REACH_NLRI (code attribut: 14)
 - “Carry the set of reachable destinations together with the next-hop information to be used for forwarding to these destinations” (RFC 4760)
 - MP_UNREACH_NLRI (code attribut: 15)
 - Comporte l'ensemble des destinations inaccessibles
- Les attributs 14 et 15 contiennent un ou plusieurs triplets:
 - Address Family Information (AFI)
 - Information du Next-Hop (doit être de la même famille d'adresse)
 - NLRI

Extensions BGP-4 pour IPv6

Information suivant des familles d'adresse AFI pour IPv6

- AFI = 2 (RFC 1700)
- Sub-AFI = 1 unicast
- Sub-AFI = 2 (multicast pour "RPF check")
- Sub-AFI = 3 pour unicast et multicast
- Sub-AFI = 4 label
- Sub-AFI = 128 VPN

Extensions BGP-4 pour IPv6

- Next-hop contient une adresse IPv6 globale ou potentiellement link-local (pour la mise à jour de iBGP ceci doit être changé en adresse IPv6 globale avec route-map)
- La valeur de la longueur du champ next-hop sur l'attribut MP_REACH_NLRI est placé à 16 si et seulement si global est présent et placé à 32 et que le lien local est aussi présent.
- L'adresse du lien local est seulement placée comme next hop si le peer BGP partage un lien avec les deux routeurs (annonceur et annoncé)

Extensions BGP-4 pour IPv6

- Interaction TCP

BGP-4 tourne au dessus de TCP

Cette connexion peut être réalisée soit sur IPv4 ou IPv6

- ID du Routeur

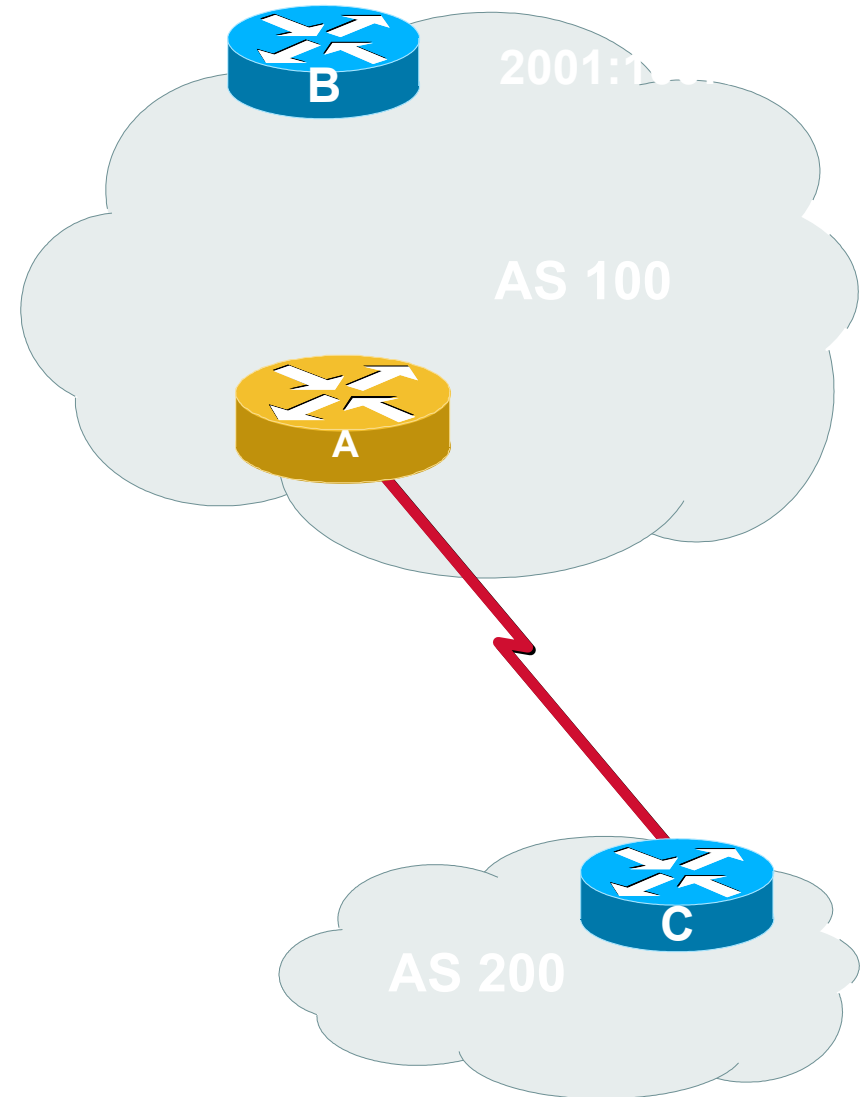
Quand aucune adresse IPv4 n'est configurée, un ID explicite de routeur BGP doit être configuré.

Ceci est nécessaire comme Identifiant BGP et envoyé dans le message OPEN.

Configurations BGP-4 sans adresses LL

Router A

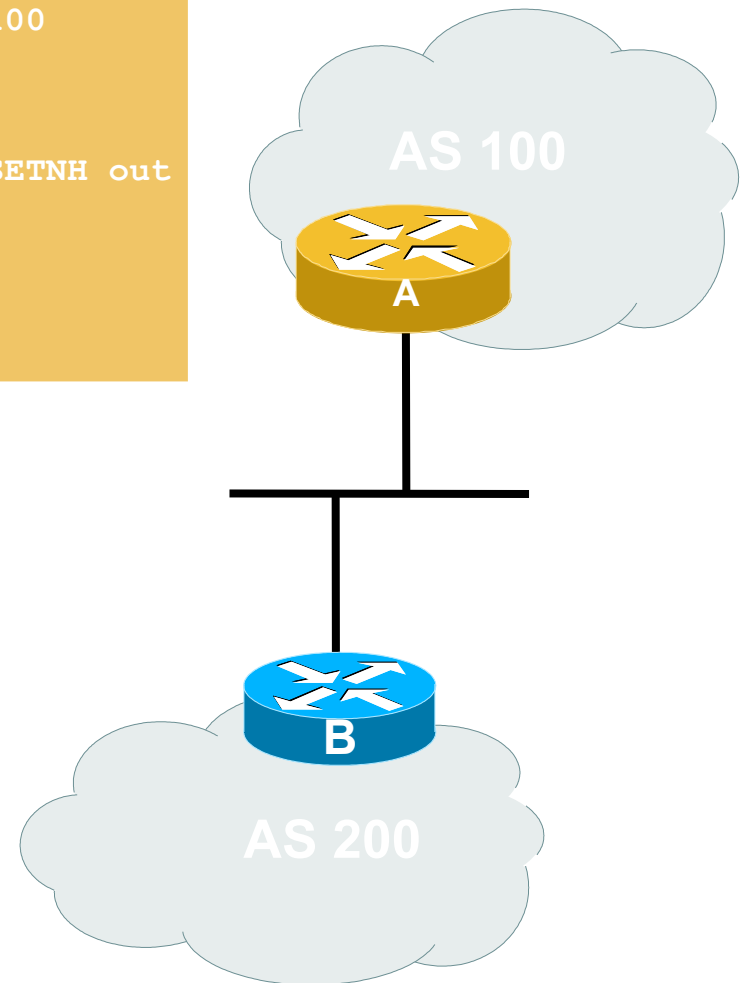
```
router bgp 100
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 2001:100:3:4::1 remote-as 100
  neighbor 200.10.10.1 remote-as 200
  !
  address-family ipv6
  neighbor 2001:100:3:4::1 activate
  neighbor 200.10.10.1 activate
  neighbor 200.10.10.1 route-map SETNH out
  redistribute connected
  !
  route-map SETNH permit 10
  set ipv6 next-hop 2001:100:3:1::1
```



Configurations BGP-4 sur Link-local

Router A

```
router bgp 200
 neighbor FE80::A8BB:CCFF:FE01:F600%Ethernet0/0 remote-as 100
 !
 address-family ipv6
 neighbor FE80::A8BB:CCFF:FE01:F600%Ethernet0/0 activate
 neighbor FE80::A8BB:CCFF:FE01:F600%Ethernet0/0 route-map SETNH out
 redistribute connected
 no synchronization
 !
 route-map SETNH permit 10
 set ipv6 next-hop 2001:100:1:1::2
```



BGP-4 pour IPv6 « commande Show »

Show bgp IPv6

```
RouterA#show bgp ipv6 2001:100:1:1::/64
BGP routing table entry for 2001:100:1:1::/64, version 71
Paths: (2 available, best #2, table default)
  Advertised to update-groups:
    1
  100
    2001:100:1:1::1 (FE80::A8BB:CCFF:FE01:F600) from FE80::A8BB:CCFF:FE01:F600%Ethernet0/0
(200.11.11.1)
    Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, external
  Local
    :: from 0.0.0.0 (200.14.14.1)
    Origin incomplete, metric 0, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, best
```