

DU-ASRE – UE5

Introduction à IPv6

Un peu d'Histoire

- ◆ Dans les années 90 :
 - ◆ Augmentation exponentielle de l'Internet
 - ◆ Augmentation du nombre d'entrées dans les tables de routage
- ◆ Allocation des adresses - Janvier 1996
 - ◆ Classe A - 100.00%
 - ◆ Classe B - 61.95%
 - ◆ Classe C - 36.44%
- ◆ Prévisions d'exhaustion du espace d'adressage
 - ◆ Première alerte - 1994
 - ◆ Depuis le 1er février 2011 tous les blocs ont été attribués
 - ◆ <http://www.ipv6forum.org/>



Mesures d'Emergence - 1994

- Adressage « classless »
 - CIDR (Classless Internet Domain Routing) (RFC 1519)
 - Adresse réseau = préfixe/longueur du préfixe
 - Limite les pertes d'adresses
 - Recommande l'agrégation (réduction des tables de routage)
 - Réquisition d'adresses déjà alloués (RFC 1917)
 - Réutilisation des adresses de classe C
- Permettre les plans d'adressage privés (RFC 1918)
 - Utilisation de proxies ou NAT pour les communications avec l'extérieur
 - Structuré de manière similaire aux pare-feux

Est-cela suffisant ?

- Ces mesures ont donné le temps de trouver une solution meilleure que IPv4
 - Sans une solution, IPv4 devient de plus en plus complexe à gérer
 - Risque de se trouver avec plusieurs protocoles de niveau 3
- Les adresses IP sont devenues des ressources rares
 - 2^{32} = seulement 4 294 967 296 adresses
- Les applications et le déploiement de nouveaux réseaux sont fortement limités par le NAT
 - Logique « firewall » contraire au paradigme « bout-à-bout » d'Internet

IPv4 en chiffres

- Attribution des adresses IPv4
 - 3 706 650 000 vraiment utilisables
 - 2^{32} [4 294 967 296] - (classes D et E, réseaux 0 et 127 et RFC1918)
- 6,5 milliards d'habitants
 - 40% des adresses sont allouées aux USA
 - 300 000 000 d'habitants
 - 3% des adresses sont allouées à la Chine
 - 1 400 000 000 habitants

À la recherche d'une Solution

- Des travaux ont été lancés au début des années 90 pour améliorer IP en général
 - **IPng** (IP nouvelle génération)
- Au milieu des années 90, IPv6 a été retenu comme nouvelle version de IP (RFC 1752) et adopté vers la fin des années 90
- Le nouveau protocole va aller au-delà du problème du nombre d'adresse et s'attaque aux lacunes de IPv4

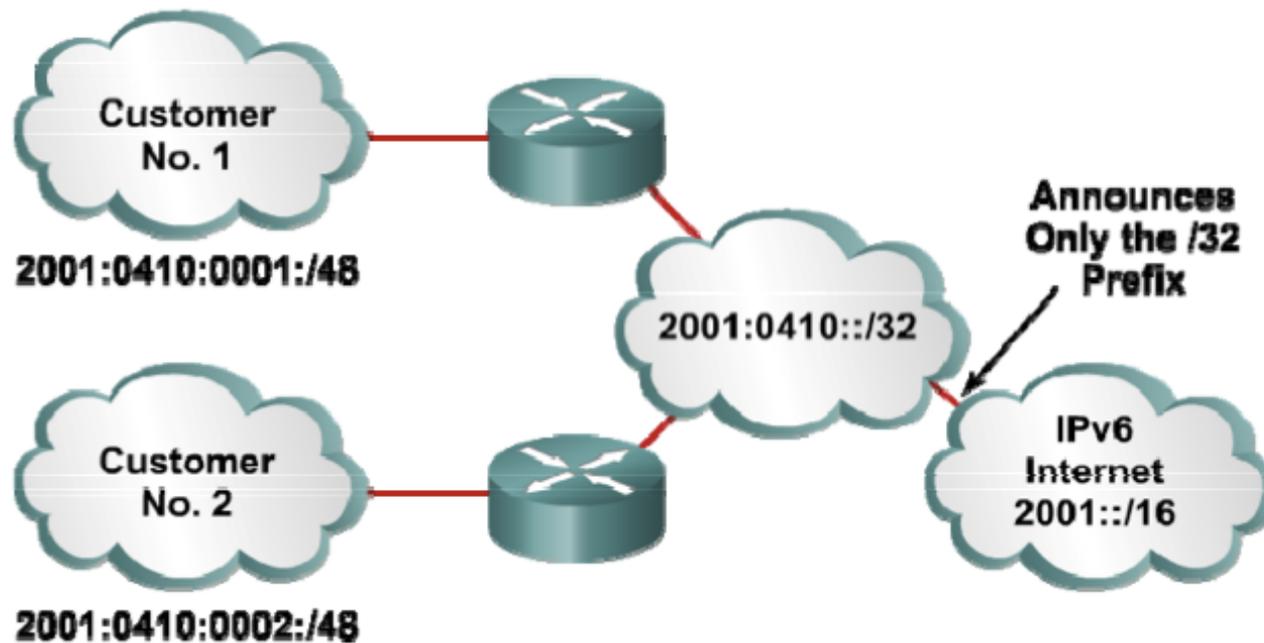
Pourquoi pas IPv5

- **IPv5** est un protocole expérimental pour la réservation de ressources afin d'offrir de la qualité de services (QoS) pour le transport en temps réel de données multimédia. Son vrai nom est « **Internet Streaming Protocol version 2 (ST2)** »
 - ST2 est un protocole ancien (1995) qui a reçu le numéro 5 uniquement parce qu'il utilise le même format de paquet/trame que IP. Depuis longtemps ST2 n'est plus utilisé, le plus proche en IPv4 est le protocole RSVP (Resource Reservation Protocol)
 - Attention aux mauvaises explications
 - à 1min33 : « comme dans le champ IP pour la version, il faut un numéro à part entière, du coup on est passé directement au 6 »
 - <http://supinfowatching.wordpress.com/2010/07/24/les-laboratoires-supinfo-cisco-sur-ipv6-et-microsoft-aux-techdays-2010/>
 - En Asie (Chine) on parle parfois de IPv12... ce n'est que du marketing, de même que les baladeurs MP6 (son MP3+video MP4 + radio + télévision)

IPv6 – Une nouvelle version de IP

- LA réponse pour le problème de la croissance de l'Internet
 - Nouveaux réseaux
 - Nouvelles machines/dispositifs
 - Utilisation mobile/nomade
- Augment le format des adresses à 128 bits (16 octets)
- Garde les bonnes choses de IPv4
 - Format fixe et bien connu pour l'entête
 - Taille d'adresses fixe
- Départ avec les bonnes habitudes
 - Réseaux structuré et hiérarchisé

IPv6 – Agrégation des adresses

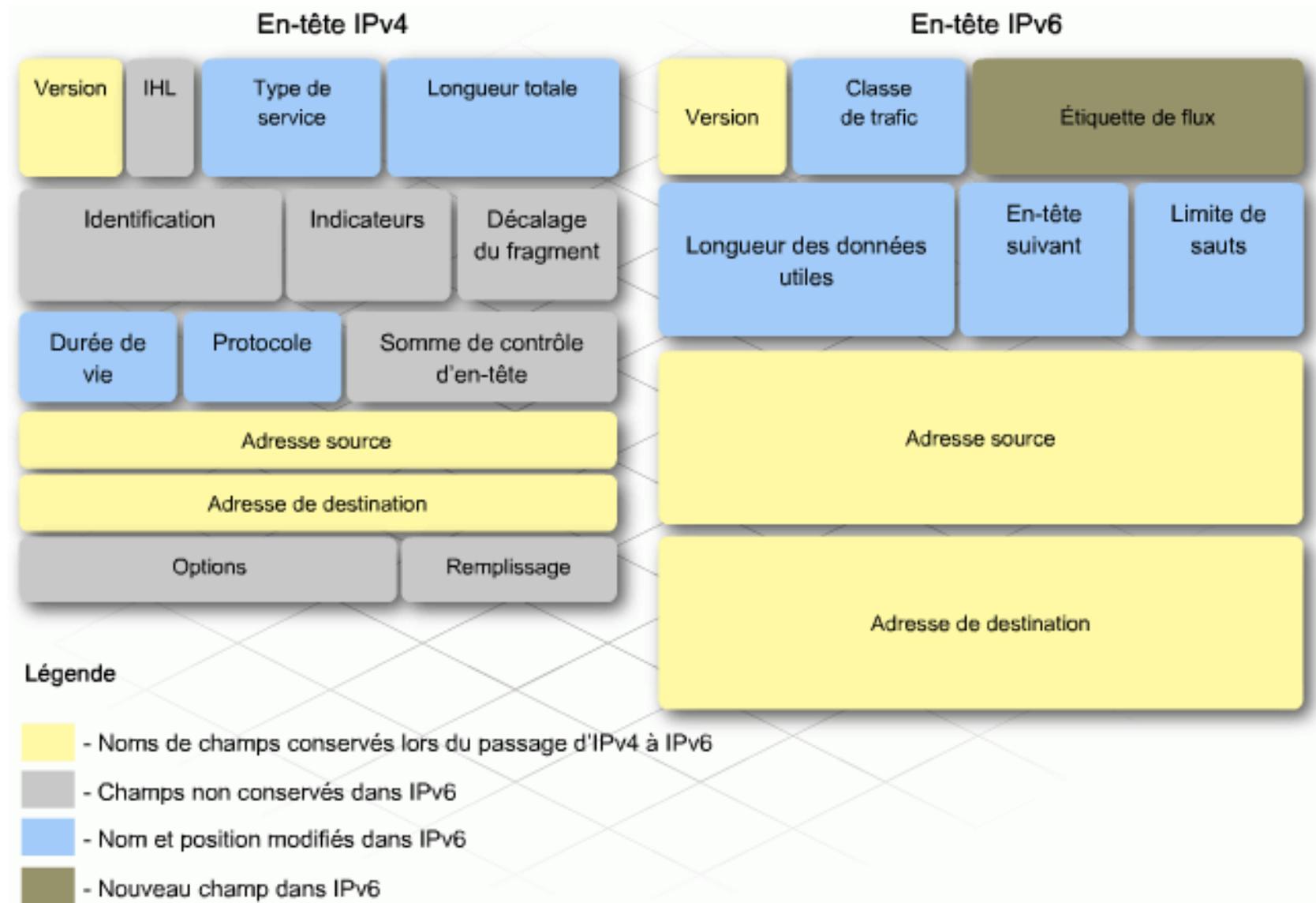


- Un grand espace d'adressage facilite l'agrégation des réseaux
- Agrégation = hiérarchisation = optimisation des annonces de routage
 - Tables de routage plus petites et efficaces

128 bits - Est-ce que cela suffit ?

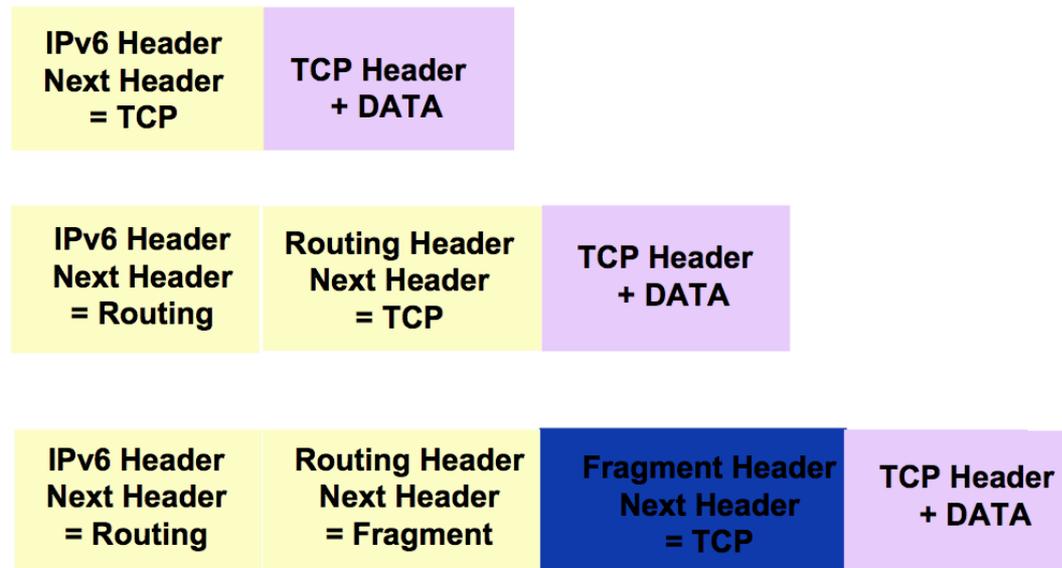
- Longueur des adresses = 128 bits
 - Pour rappel, IPv4 compte avec des adresses de 32 bits
- **Attention : $2^{128} \gggggg 4 \times 2^{32}$**
 - $2^{32} = 4.2 \times 10^9$
 - 4 294 967 296
 - $2^{128} = 3.4 \times 10^{38}$
 - 340 282 366 920 938 463 463 374 607 432 768 211 456
- Pour comparaison
 - Étoiles observables dans le ciel = $2^{52} = 4.5 \times 10^{15}$
 - Approximativement 506 102 adresses par m² sur terre
 - ou 5×10^{28} adresses pour chaque habitant de la planète

Ce que change dans les entêtes



Les Extensions IPv6

- Optionnelles, utilisées à la place des options IPv4
 - Insérées entre l'entête IPv6 et les données (TCP, etc.)
 - Le protocole n'est pas figé, il peut évoluer avec le temps



- Les extensions ne sont pas traitées par aucun nœud intermédiaire
 - Exception: l'extension « hop by hop »

L'Adressage IPv6

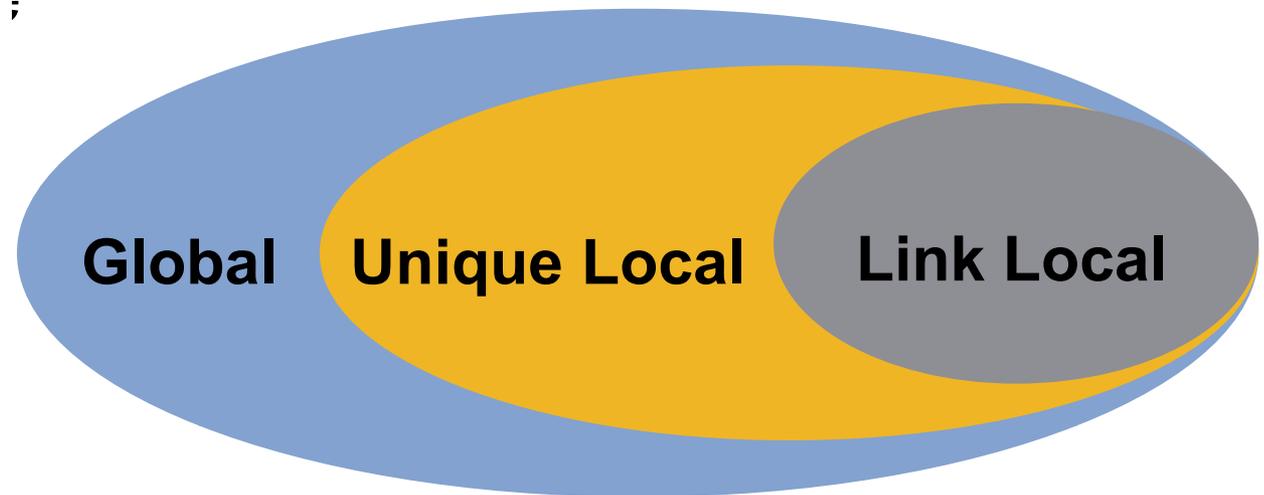
- Adresse sur 128 bits découpée en 8 mots de 16 bits
 - Utilisation de chiffres hexadécimaux pour gagner de la place
- Exemple: **FEDC:0000:0000:0210:EDBC:0000:6543:210F**
- Format compressé
 - compression des 0 d'entête - FEDC:**0:0**:210:EDBC:**0**:6543:210F
 - Remplacer une séquence de 0 par :: (**une seule fois**)
 - FEDC::**0**:210:EDBC:**0**:6543:210F
 - FF01:**0:0:0:0:0:0:0:1** → FF01::**0**:1
 - **0:0:0:0:0:0:0:1** → ::**0**:1
 - **0:0:0:0:0:0:0:0** → ::
- Exemple d'utilisation :
 - [http://\[2001:1234:12::1\]:8080](http://[2001:1234:12::1]:8080)

Adresses Spécifiques

- loopback
 - $0:0:0:0:0:0:0:1 \Rightarrow ::1$
- unspecified
 - Indique l'absence d'une adresse
- $0:0:0:0:0:0:0:0 \Rightarrow ::$
 - Ne doit pas être utilisée comme adresse de destination

IPv6 – modèles d'adressage

- Comme en IPv4, les adresses sont attribuées aux interfaces
- Ce que change :
 - Une interface « doit » avoir plusieurs adresses
 - Les adresses ont des étendues d'action
 - Link Local
 - Unique Local ;
 - Global



IPv6 – types d’adresses

- **Adresses Unicast**
 - Associées à une seule interface
 - IPv6 contient plusieurs types (global, link local, etc).
- **Multicast**
 - Adresse de diffusion « un vers plusieurs »
 - Permet une utilisation plus efficace du réseau
 - Remplace (avantageusement) la diffusion Broadcast
- **Anycast**
 - « un vers le plus proche »
 - Permet à plusieurs dispositifs de partager une même adresse.
 - Tous les nœuds doivent offrir les mêmes services
 - Les routeurs décident quel est le dispositif le plus proche de l’émetteur
 - Adapté à l’équilibrage de charge et aux services adaptés aux contexte

Comment est attribuée une IPv6 ?

- Auto-configuration (stateless)
 - L'auto-configuration des adresses est intégrée dans le protocole
 - Génération automatique des adresses à partir d'informations reçues par le routeur et de l'adresse MAC (d'une interface Ethernet)
 - L'auto-configuration est un processus à plusieurs étapes
 - Peut présenter quelques risques de sécurité
- DHCPv6
 - Un serveur DHCP est responsable pour l'attribution des adresses
 - L'administrateur garde un peu plus de contrôle sur les machines admises

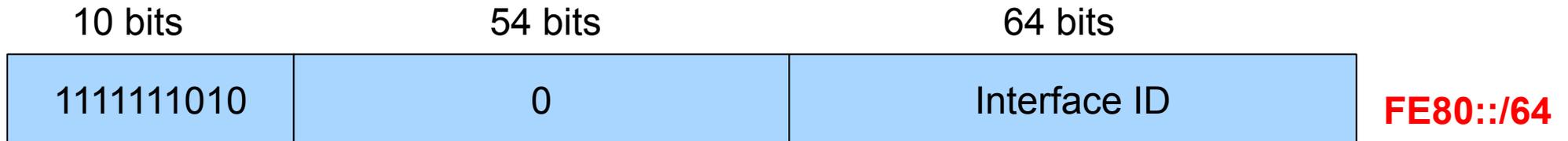
Les adresses « disponibles »

- L'espace d'adressage unicast IPv6 comprends tout l'espace IPv6 à l'exception du ***FF00::/8 (1111 1111)***, qui est réservé aux adresses **multicast**
- Les adresses ***2000::/3 (001)*** à ***E000::/3 (111)***, doivent utiliser le format ***Extended Universal Identifier (EUI)-64*** qui est obtenu à partir des adresses MAC des interfaces réseau
- Aujourd'hui, l'IANA distribue aux FAI des adresses IPv6 dans le plage ***2001::/16***
 - Ce format est généralement composé d'un préfixe global de **48 bits** et un identifiant de sous-réseau de **16 bits**

Adressage IPv6

- Espace d'adressage (IETF)
 - 0000:: Reserved by IETF [RFC3513]
 - 2000:: Global Unicast [RFC3513]
 - FC00:: Unique Local Unicast [RFC4193]
 - FE80:: Link Local Unicast [RFC3513]
 - FEC0:: Site-local Unicast (deprecated) [RFC3879]
 - FF00:: Multicast [RFC3513]

Adresses Lien Local



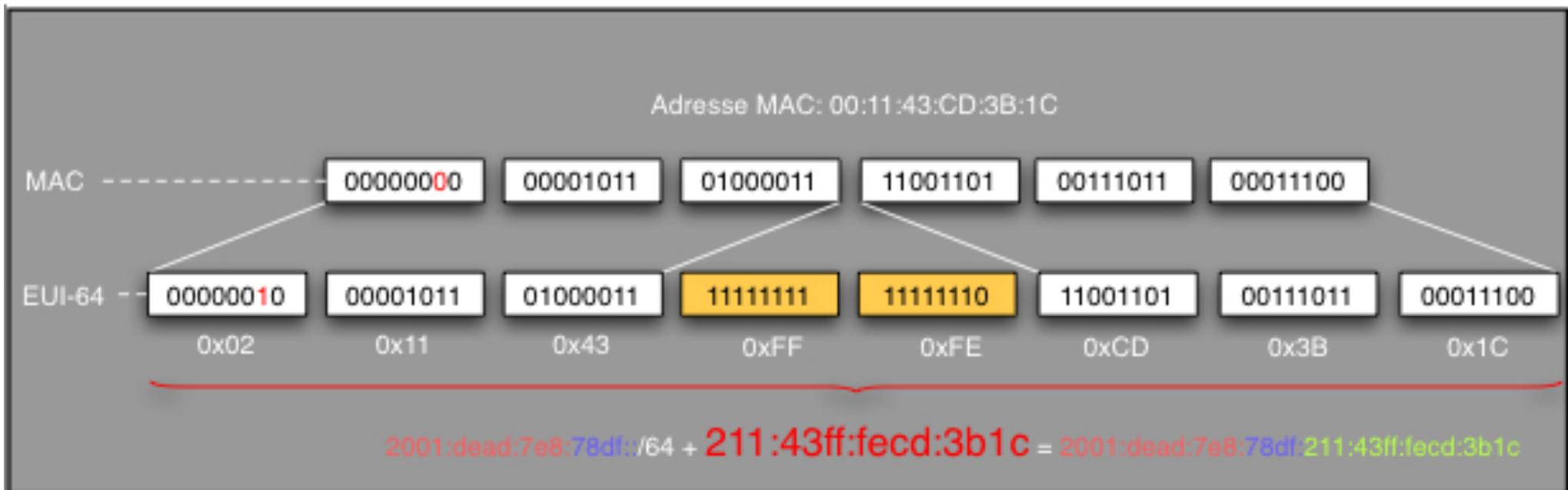
```
machine ~ # ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:11:43:CD:3B:1C
          [...]
          inet6 addr: fe80::211:43ff:feCD:3b1c/64 Scope:Link
          [...]
```

```
machine ~ # ifconfig eth1
eth1      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:11:43:CD:3B:1D
          [...]
          inet6 addr: fe80::211:43ff:feCD:3b1d/64 Scope:Link
          [...]
```

- Comment obtenir l'Interface ID ?

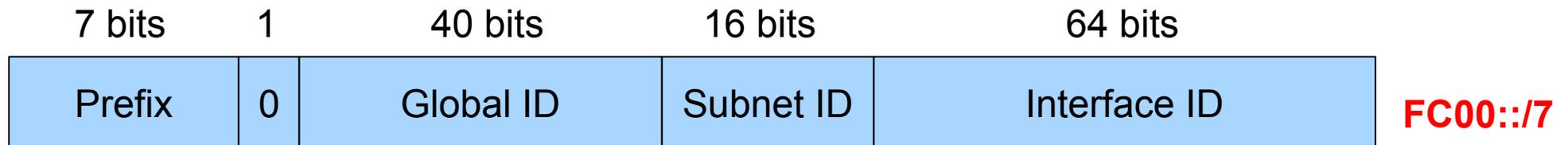
Interface ID

- Interface ID - Format EUI-64 obtenu en modifiant la représentation d'une adresse MAC sur 48 bits



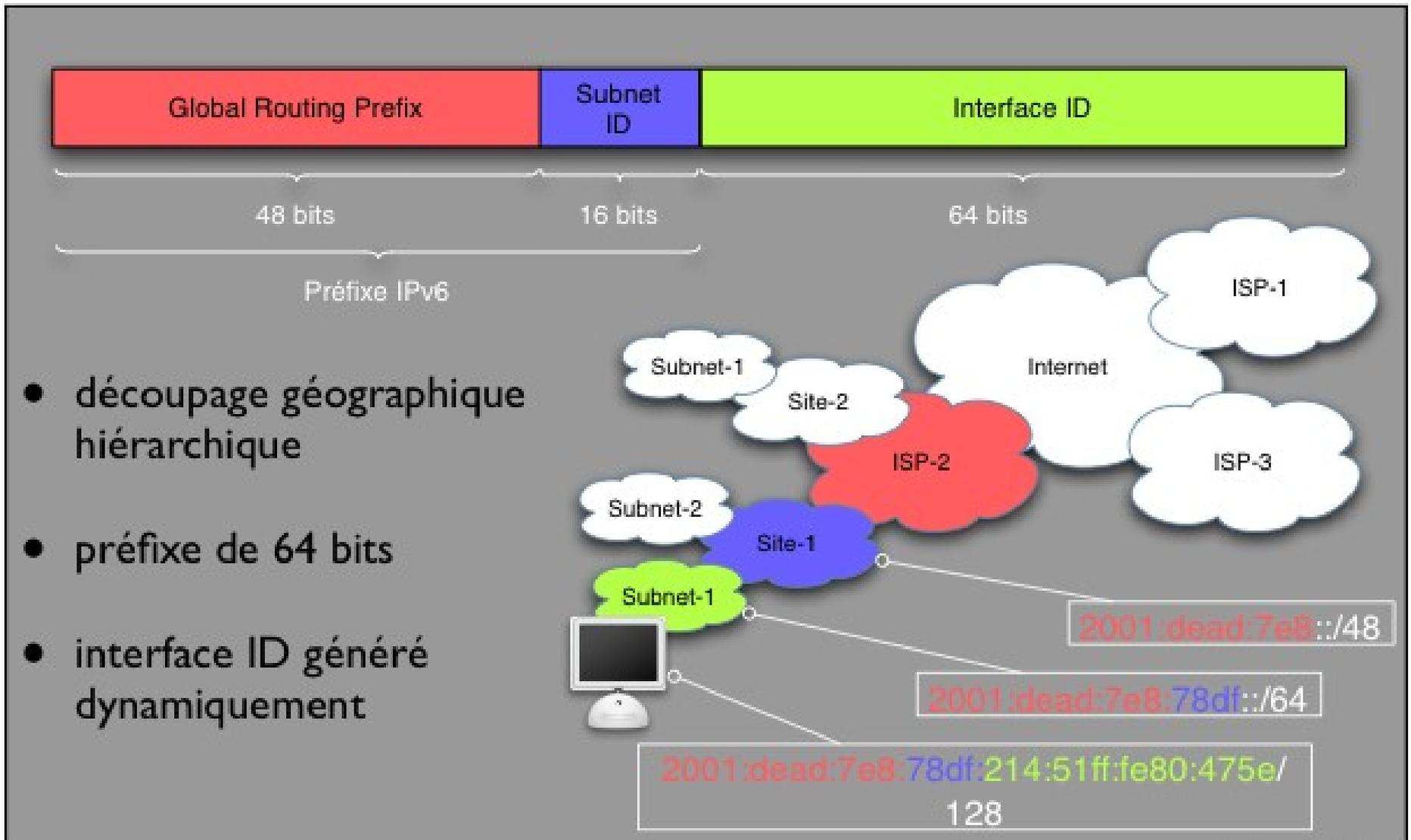
- Pour s'assurer que l'adresse choisie corresponde à une adresse globale unique MAC, le bit universal/local (**U/L bit**) est défini comme **1** pour l'étendue globale (**0 pour l'étendue locale**)
 - Le U/L bit est le 7^{ème} bit du premier octet

Unique Local Unicast Address (RFC4193)



- C'est l'équivalent IPv6 des adresses privés
 - Son but est de permettre un début de communication au niveau du réseau local, si aucun routeur n'est disponible
- Les 40 bits du **Global ID** sont générés aléatoirement (ou créés par l'administrateur)
- Vu le nombre d'adresses IPv6 disponibles, pratiquement personne ne fait un réseau IPv6 privé avec ces adresses

Adresses Globales



- découpage géographique hiérarchique
- préfixe de 64 bits
- interface ID généré dynamiquement

Représentation des Préfixes

- Similaire aux préfixes CIDR
 - adresse-IPv6/longueur du préfixe
- Exemple
 - 2001:0DB8:0000:CD30:0000:0000:0000:0000/60
 - 2001:0DB8::CD30:0:0:0:0/60
 - 2001:0DB8:0:CD30::/60
- Représentations incorrectes
 - 2001:0DB8:0:CD3/60
 - 2001:0DB8::CD30/60
 - 2001:0DB8::CD3/60

Résultat

```
machine ~ # ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:11:43:CD:3B:1C
          inet addr:203.178.135.36  Bcast:203.178.135.128  Mask:255.255.255.128
          inet6 addr: 2001:200:0:1cd7:211:43ff:fecd:3b1c/64 Scope:Global
inet6 addr: fe80::211:43ff:fecd:3b1c/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:34307181 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:7381660 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:3771786654 (3597.0 Mb)  TX bytes:2291246660 (2185.1 Mb)
          Base address:0xece0 Memory:fe1e0000-fe200000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:8732 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:8732 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:783223 (764.8 Kb)  TX bytes:783223 (764.8 Kb)
```

Ok, mais comment contacter un routeur ?

- L'auto-configuration passe par la **découverte des voisins**
- Protocole **NDP – Network Discovery Protocol**
- Découverte de voisins
 - résolution IPv6 -> MAC (comme ARP avec IPv4)
- Découverte des routeurs
 - Obtention d'informations pour l'auto-configuration d'adresses
- Détection d'accessibilité des voisins
- Détection des adresses dupliquées
- Découverte des préfixes et paramètres du réseau
 - Par exemple, le serveur DNS auprès un *stateless* DHCP

Les Quatre Messages

- **Router Solicitation (RS)**
 - utilisé par un nœud pour découvrir les routeurs sur le réseau
- **Router Advertisement (RA)**
 - utilisé par un routeur pour annoncer le préfixe à utiliser et d'autres options (ex: MTU du lien)
- **Neighbor Solicitation (NS)**
 - permet à un nœud de demander l'adresse MAC correspondante à une adresse IPv6
- **Neighbor Advertisement (NA)**
 - réponse au message NS

L'auto-configuration en résumé

Soit donné l'adresse MAC 00:17:f2:ea:59:46

1. création d'une adresse lien-local
 - (fe80::**217:f2ff:feea:5946**)
2. vérification d'unicité de l'adresse lien-local
 - message NS sans réponse
3. récupération du préfixe IPv6 du lien
 - RS/RA (ex: **2001:db8:42::/64**)
4. création de l'adresse globale
 - (**2001:db8:42::217:f2ff:feea:5946**)
5. vérification d'unicité de l'adresse globale

Mise en route

- Le routage IPv6 n'est pas activé par défaut sur les routeurs Cisco
- Pour l'activer, il faut :
 - Activer IPv6

```
ipv6 unicast-routing
```

- Configurer les interfaces

- Soit on donne l'adresse entière (128 bits)

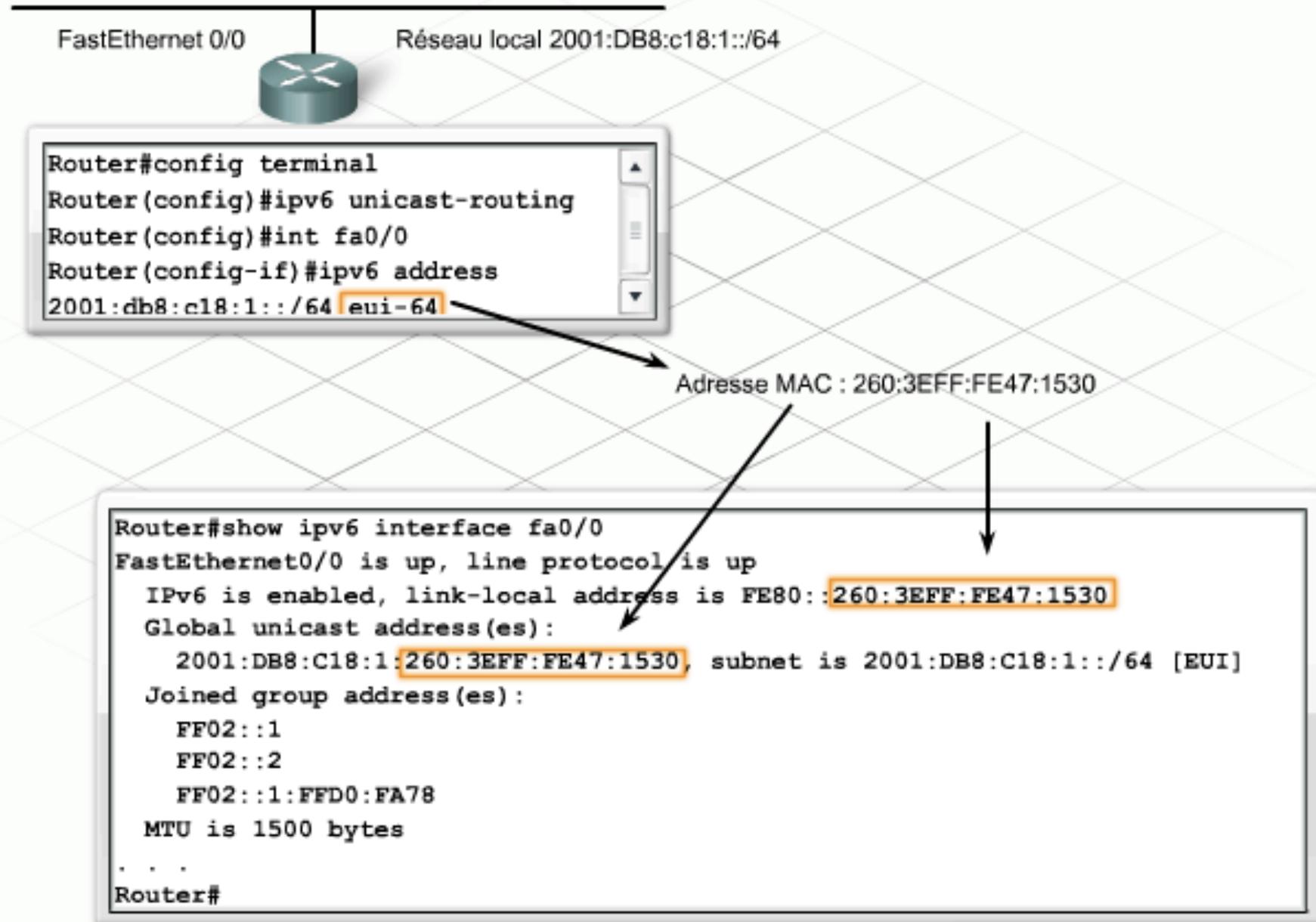
```
ipv6 address 2001:DB8:2222:7272::72/64
```

- Soit on donne le préfixe et on demande le calcul EUI-64

```
ipv6 address 2001:DB8:c18:1::/64 eui-64
```

Le résultat

Exemple de configuration d'adresse IPv6



Autres variations

- Si nous disposons de l'infrastructure adéquate :

- Autoconfiguration

```
ipv6 address autoconfig
```

- Configuration par serveur DHCP stateful

```
ipv6 address dhcp
```

- Configuration d'une adresse anycast

```
ipv6 address adresse anycast
```

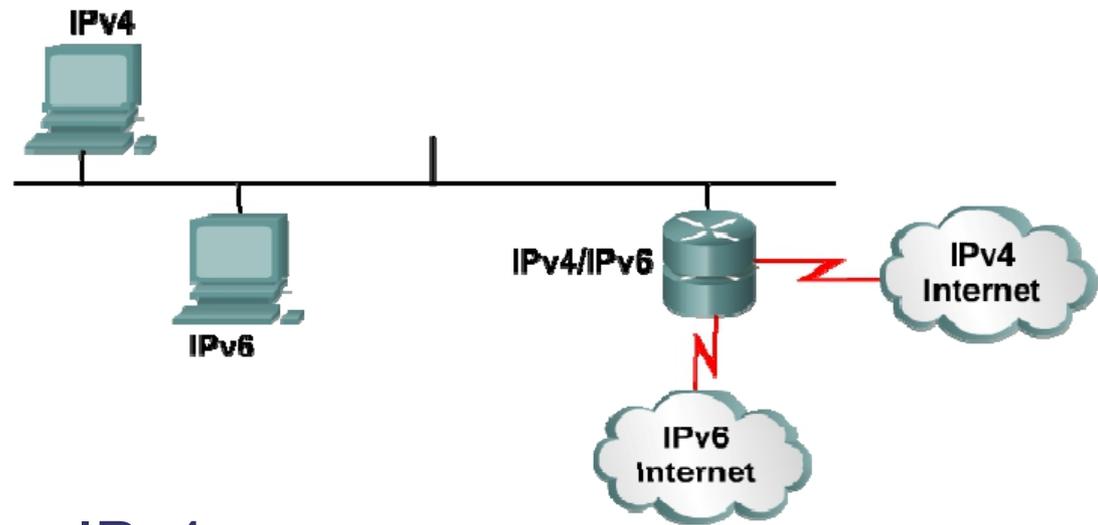
Simplifications et commandes utiles

- Comme les adresses IPv6 sont plus longs et difficiles de se souvenir, on peut attribuer des noms locaux aux machines qu'on utilise souvent
 - `ipv6 host M1 2a01:e35:8ad1::febe`
- On peut aussi faire référence à un serveur DNS IPv6
 - `ipv6 nameserver 2a01:e35:8ad1::b3ff:febe:b170`
- Vérification de la configuration
 - `show ipv6 neighbors`
 - `show ipv6 interfaces brief`
 - `show ipv6 router`

Interopérabilité & transition

- La transition entre IPv4 et IPv6 doit se faire de façon la plus transparente possible
- Plusieurs techniques peuvent être employées selon la situation
 - Technique de la double pile
 - Techniques de tunneling
 - Techniques de traduction

Dual Stack



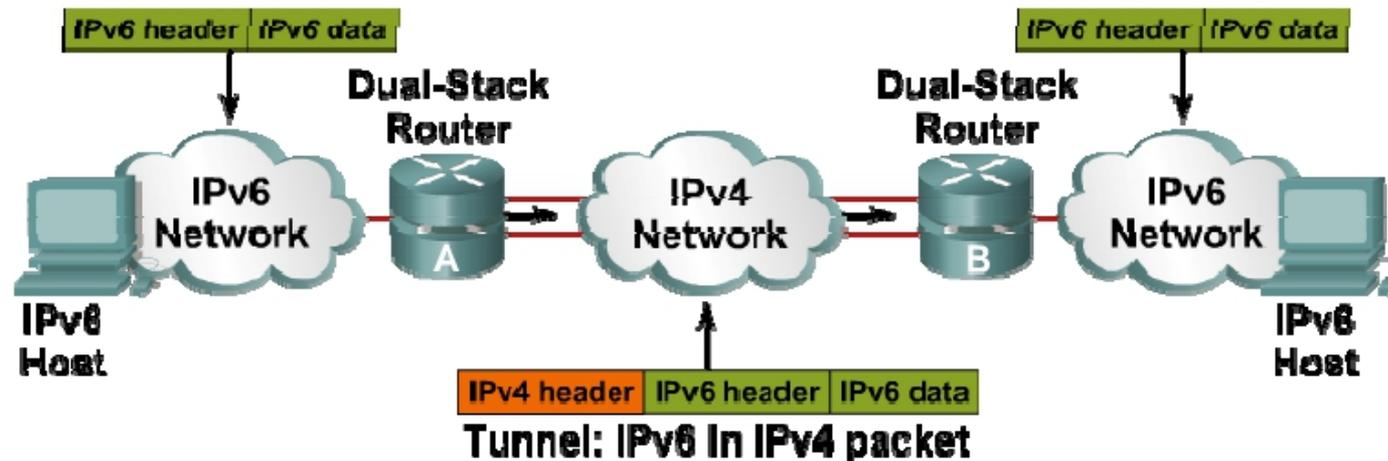
- Double pile
 - Communication IPv4 ↔ IPv4
 - Communication IPv6 ↔ IPv6
- Peut nécessiter l'utilisation de différentes applications pour chaque version
- Les routeurs doivent aussi pouvoir gérer les versions du protocole
 - Surcharge à cause des deux piles
- Stratégie couramment utilisée chez certains FAI (Free)

Double Stack sur un routeur CISCO

- Pour activer le double stack sur un routeur CISCO, il suffit de configurer les interfaces avec les adresses IPv4 et IPv6
 - le trafic reste isolé



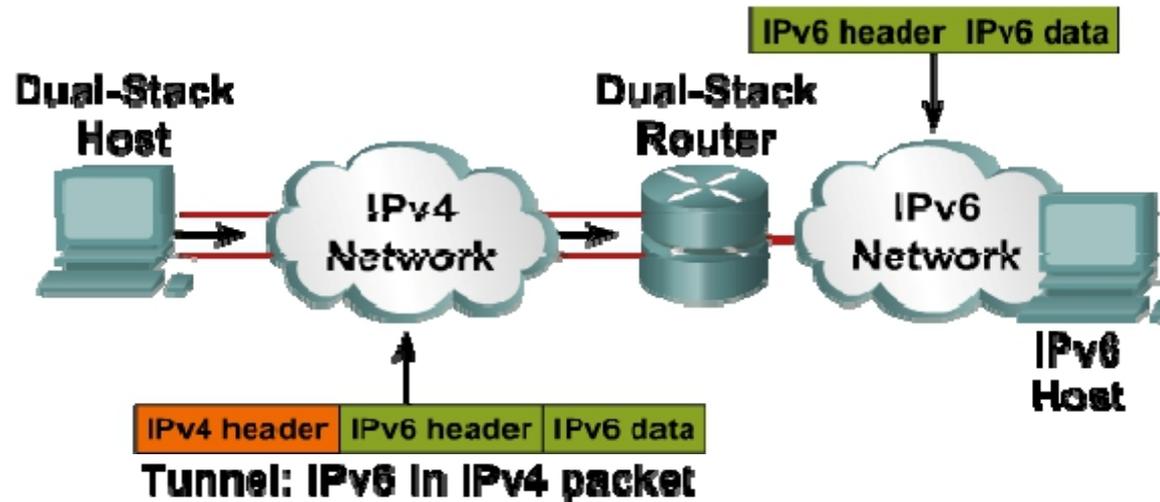
Tunneling



Tunneling est une technique où un paquet IPv6 est encapsulé dans un paquet d'autre protocole, comme IPv4. Cette méthode d'encapsulation porte l'identifiant **IPv4 type 41**

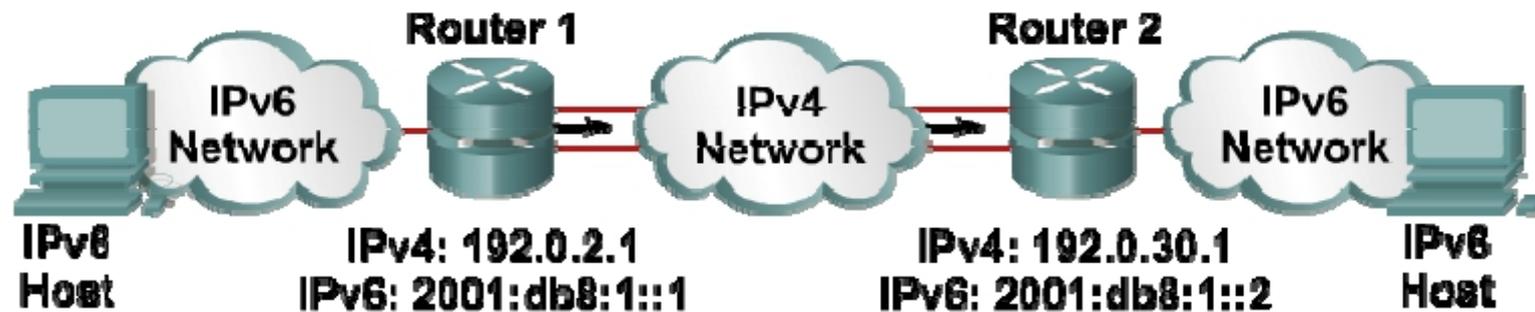
L'entête IPv4 (20 octets) précède l'entête et le corps IPv4
Cette technique est considérée aussi comme du dual-stack

Dual-stack "isolé"



L'encapsulation type 41 peut être utilisée pour relier des machines situées aux frontières des réseaux

Configuration d'un Tunnel



Router1#

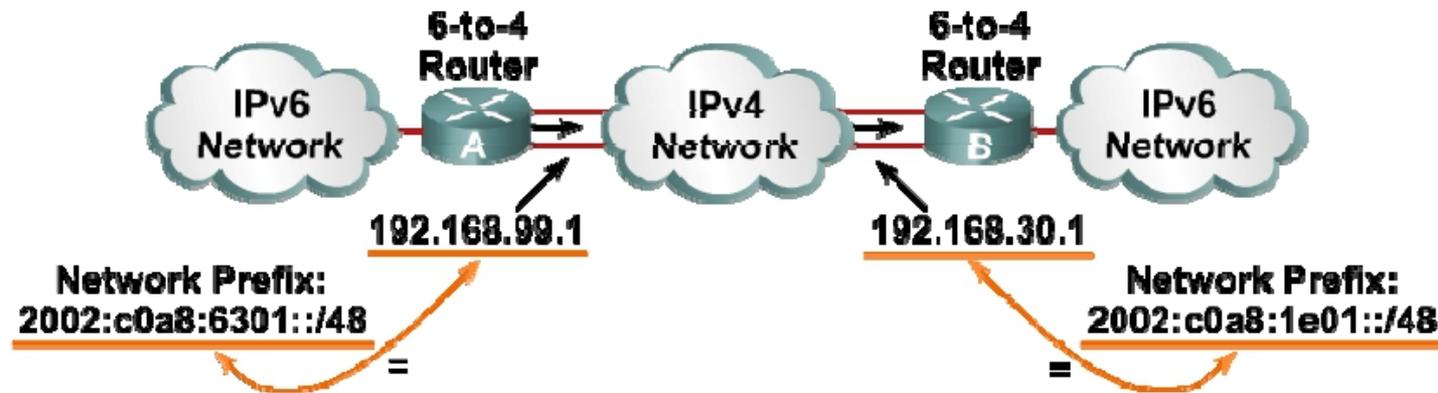
```
interface Tunnel0
  ipv6 address 2001:db8:1::1/64
  tunnel source 192.0.2.1
  tunnel destination 192.0.30.1
  tunnel mode ipv6ip
```

Router2#

```
interface Tunnel0
  ipv6 address 2001:db8:1::2/64
  tunnel source 192.0.30.1
  tunnel destination 192.0.2.1
  tunnel mode ipv6ip
```

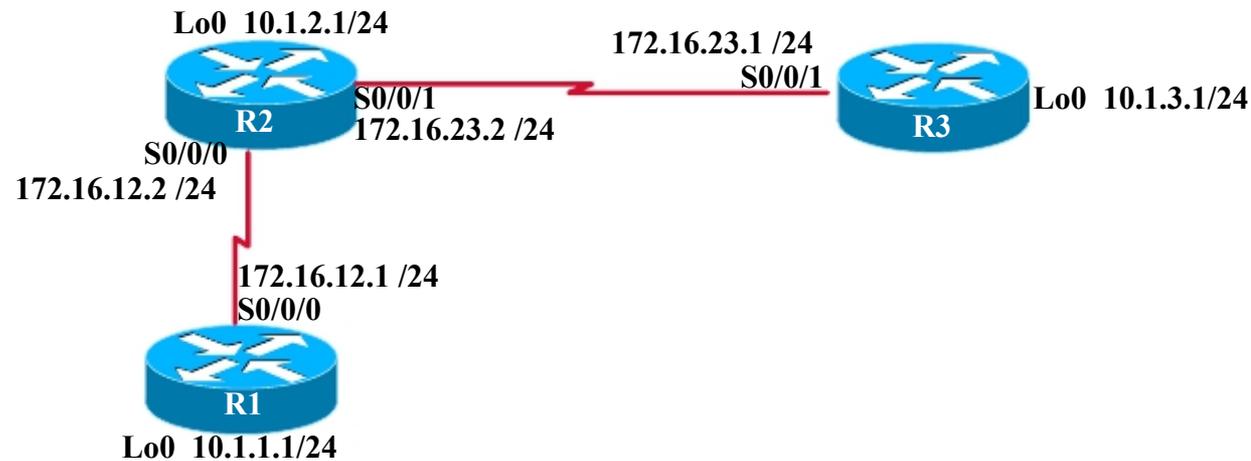
6to4 : conversion d'adresses

- Un tunnel 6to4 utilise des adresses spéciales dans la plage 2002:: 16
 - Les premiers 16 bits sont le numéro 2002
 - Les prochains 32 bits correspondent à l'adresse source en hexadécimal
 - Ex : l'adresse IPv4 172.16.12.1 est convertie en AC10:0C01
- L'adresse complète devient 2002:AC10:0C01:1::1/64



Configuration des routes statiques pour 6to4

- Un tunnel 6to4 établit un lien temporaire entre des domaines IPv4 qui sont connectés par un backbone IPv4
- Configuration :
 - Créer une interface tunnel
 - Définir le mode tunnel avec la commande **tunnel mode ipv6ip 6to4**
 - Créer les adresses IPv6 spécifiques
 - Indiquer l'interface source pour le tunnel
 - Configurer une route statique IPv6



```

R1
R1(config-if)# interface tunnel 0
R1(config-if)# tunnel mode ipv6ip 6to4
R1(config-if)# ipv6 address 2002:AC10:0C01:1::1/64
R1(config-if)# tunnel source s0/0/0
Exit
R1(config)# ipv6 route 2002::/16 tunnel 0
  
```

Verification

```
R1#ping 2002:AC10:1703:1::3
```

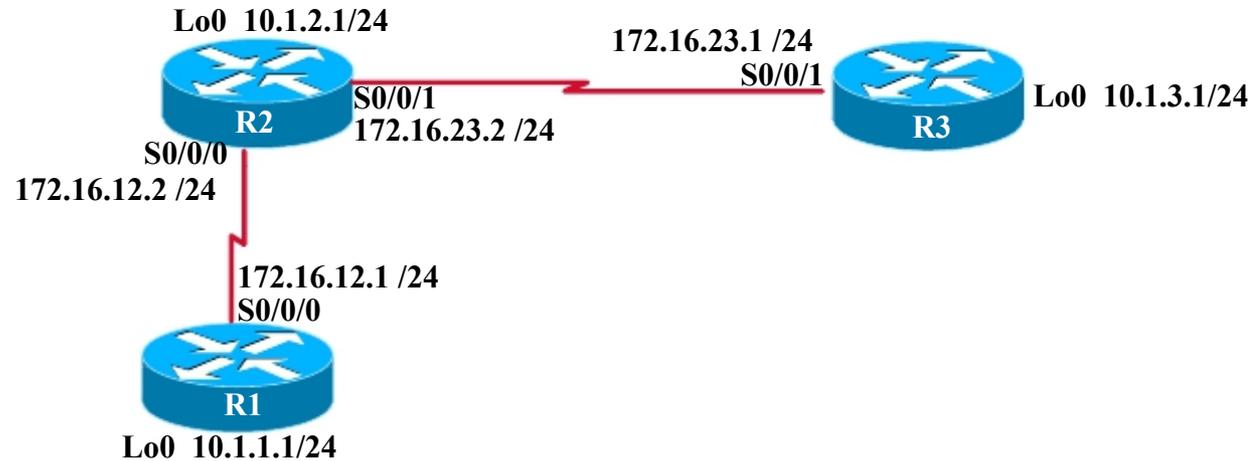
```

R3
R3(config-if)# interface tunnel 0
R3(config-if)# tunnel mode ipv6ip 6to4
R3(config-if)# ipv6 address 2002:AC10:1703:1::3/64
R3(config-if)# tunnel source s0/0/1
Exit
R3(config)# ipv6 route 2002::/16 tunnel 0
  
```

Verification

```
R3#ping 2002:AC10:1::1
```

Configuration des routes statiques



Router 1

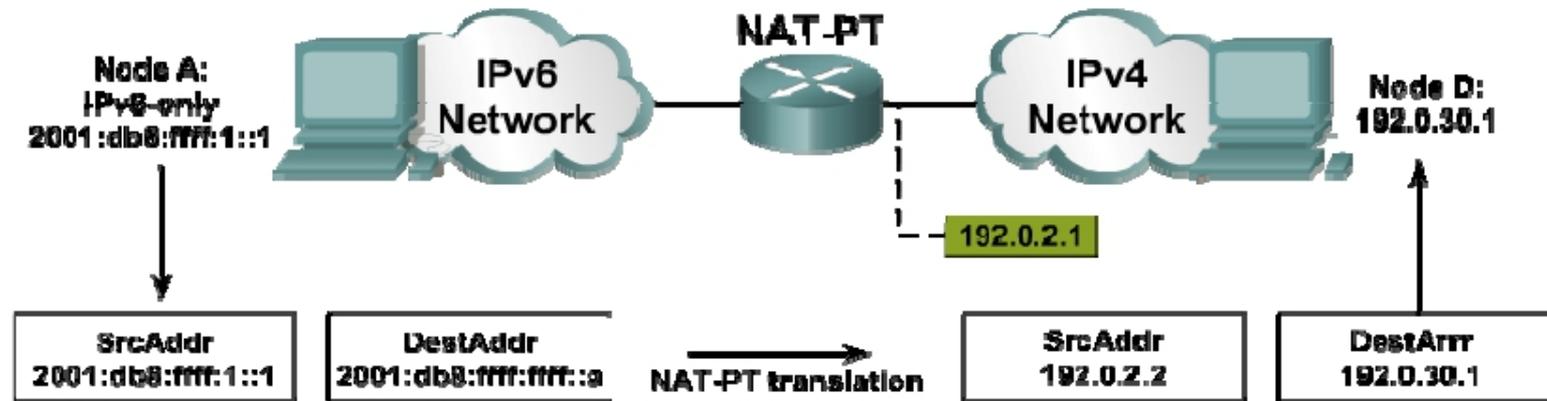
```
Router1(config)# ipv6 unicast-routing  
Router1(config)# ipv6 route FEC0::3:0/112 2002:AC10:1703:1::3
```

Router 3

```
Router3(config)# ipv6 unicast-routing  
Router3(config)# ipv6 route FEC0::1:0/112 2002:AC10:C01:1::1
```

Une fois le tunnel établi, on peut définir d'autres routes en passant par l'adresse de l'extrémité opposée du tunnel

Traduction – NAT-PT



Le NAT-PT permet la traduction des adresses IPv6 et IPv4

1. **enable**
 2. **configure terminal**
 3. **ipv6 nat prefix** 2001:0db8::/96
 4. **interface** *eth0/0*
 5. **ipv6 address** 2001:0db8:ffff:1::1/64
 6. **ipv6 nat**
 7. **exit**
 8. **interface** *eth0/1*
 9. **ip address** 192.0.2.1 255.255.255.0
 10. **ipv6 nat**
- show ipv6 nat translations...**

IPv6 et le Routage

- La plupart des protocoles de routage a été porté (ou supporte) IPv6
 - RIPng
 - EIGRP for IPv6
 - OSPFv3
 - IS-IS
 - MP-BGP

- Routage Statique

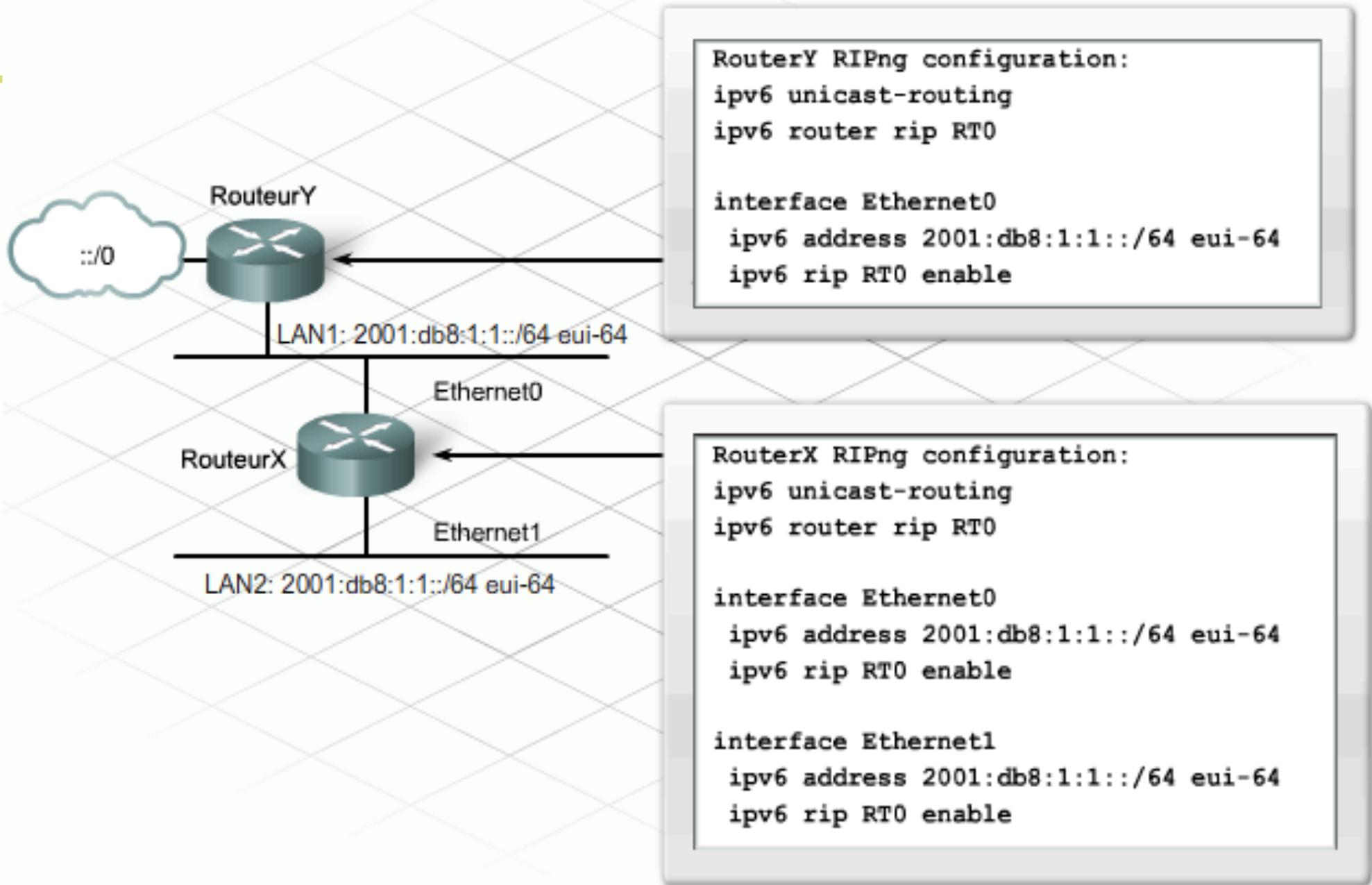
```
ipv6 route prefixe/longueur {interface [next-hop] | next-hop}  
[distance-administrative] [tag valeur]
```

Activer le routage dynamique RIPng

- RIPng est la version du protocole RIP compatible avec IPv6
- La syntaxe est très proche de celle déjà vue pour RIP, avec quelques exceptions
 - Un processus RIP n'est plus « unique », il y a une **étiquette/tag** pour regrouper les interfaces
 - Chaque interface doit "s'inscrire" à un processus RIPng
- Ex :

```
Router (config) # ipv6 router rip monRIPv6
Router (config-rtr) # network ...
Router (config-if) # ipv6 rip monRIPv6 enable
```
- Pour vérifier la configuration, on utilise la commande `show ipv6 rip` ou la commande `show ipv6 route rip`

Exemple de configuration du protocole RIPng pour IPv6



Les différences notables

- Même si RIPng partage l'essentiel des caractéristiques de RIPv1 et RIPv2, quelques différences sont présents :
 - Seule les routes "routables" sont envoyées
 - Il n'y a pas d'agrégation automatique (vu que IPv6 n'utilise pas le concept des classes)
 - L'adresse multicast est le **FF02::9**
 - L'authentification est faite avec le mécanisme AH/ESP de IPv6, au lieu d'une solution spécifique RIP
 - La même chose arrive à EIGRP et OSPF pour IPv6

EIGRP for IPv6

- Tout comme RIPng, EIGRP a été adapté pour IPv6
 - Conversion simplifiée par la structure modulaire de EIGRP (IP, IPX, Appletalk)
- EIGRP for IPv6 a quelques différences par rapport à la version IPv4 :
 - Absence de l'agrégation automatique
 - Utilisation du mécanisme standard IPv6 pour l'authentification
 - L'adresse *next-hop* est une adresse link-local du voisin
 - Le Router-ID reste une adresse IPv4
 - Si aucune interface est configurée en IPv4, il faut définir le Router-ID manuellement

Mise en route

- Étapes :
 - Activer le routage IPv6
 - **ipv6 unicast-routing**
 - Activer le processus EIGRP
 - **ipv6 router eigrp AS {1 – 65535}**
 - **eigrp router-id** rid (si aucune interface IPv4 est configurée)
 - Autrement, il utilise le même principe d'OSPF (Router-ID>loopback>Interface)
 - **no shutdown** (dans le mode "routeur")
 - Dans chaque interface concernée, activer EIGRP
 - **ipv6 eigrp AS** (le même de la commande précédente)

Vérification EIGRP for IPv6

- Pour vérifier la configuration, on utilise les commandes
 - `show ipv6 route`
 - `show ipv6 protocols`
 - `show ipv6 eigrp neighbors`
 - `show ipv6 eigrp topology`
 - `show ipv6 eigrp interfaces details`
 - **Pour afficher le** `hello interval`

OSPFv3 – similarités avec OSPFv2

- OSPFv3 est la version IPv6 (RFC 2740)
 - Inspirée sur OSPFv2, mais avec quelques améliorations
- OSPFv2 et OSPFv3 peuvent être tournés simultanément, car chaque famille d'adresses a son propre arbre SPF
- L'agrégation automatique n'existe pas
 - Le design d'un réseau IPv6 devrait rendre même l'agrégation manuel inutile
- OSPFv3 utilise les mêmes types de paquets OSPFv2
 - Hello
 - Database description block (DDB)
 - Link state request (LSR)
 - Link state update (LSU)
 - Link state acknowledgement (ACK)

Le Différences

Version	Type	Packet Length
Router ID		
Area ID		
Checksum	Autype	
Authentication		
Authentication		

Version	Type	Packet Length
Router ID		
Area ID		
Checksum	Instance ID	0

- Le protocole OSPFv3 fonctionne par lien – non plus par sous-réseau :
 - IPv6 connecte les interfaces à des liens; plusieurs sous-réseaux IPv6 peuvent être assignés à un seul lien
 - Deux nœuds peuvent communiquer directement sur un lien, **même s'ils n'appartiennent pas** au même sous-réseau
- À cause de ces caractéristiques imposées par IPv6, OSPFv3 connecte les interfaces aux liens
 - Plusieurs instances OSPFv3 peuvent tourner sur le même lien
 - ceci permet le partage d'un lien par des ASs différents
 - Le nouveau champs **InstanceID** sert à différencier ces instances

Les différences (cont)

- Adressage multicast
 - FF02::5 – représente tous les routeurs SPF dans le scope lien local ; équivalent à 224.0.0.5 avec OSPFv2
 - FF02::6 – représente tous les routeurs DR dans le scope lien local ; équivalent à 224.0.0.6 avec OSPFv2
- Suppression des adresses dans les paquets LSA
 - Plusieurs LSA ne transportent plus des adresses IPv6
 - LSA1 et LSA2 transportent uniquement le RouterID des routeurs dans la zone
 - Les préfixes sont transportés par les LSA 3 et LSA 9 (nouveau)
 - Les routeurs se communiquent grâce à leurs adresses link-local

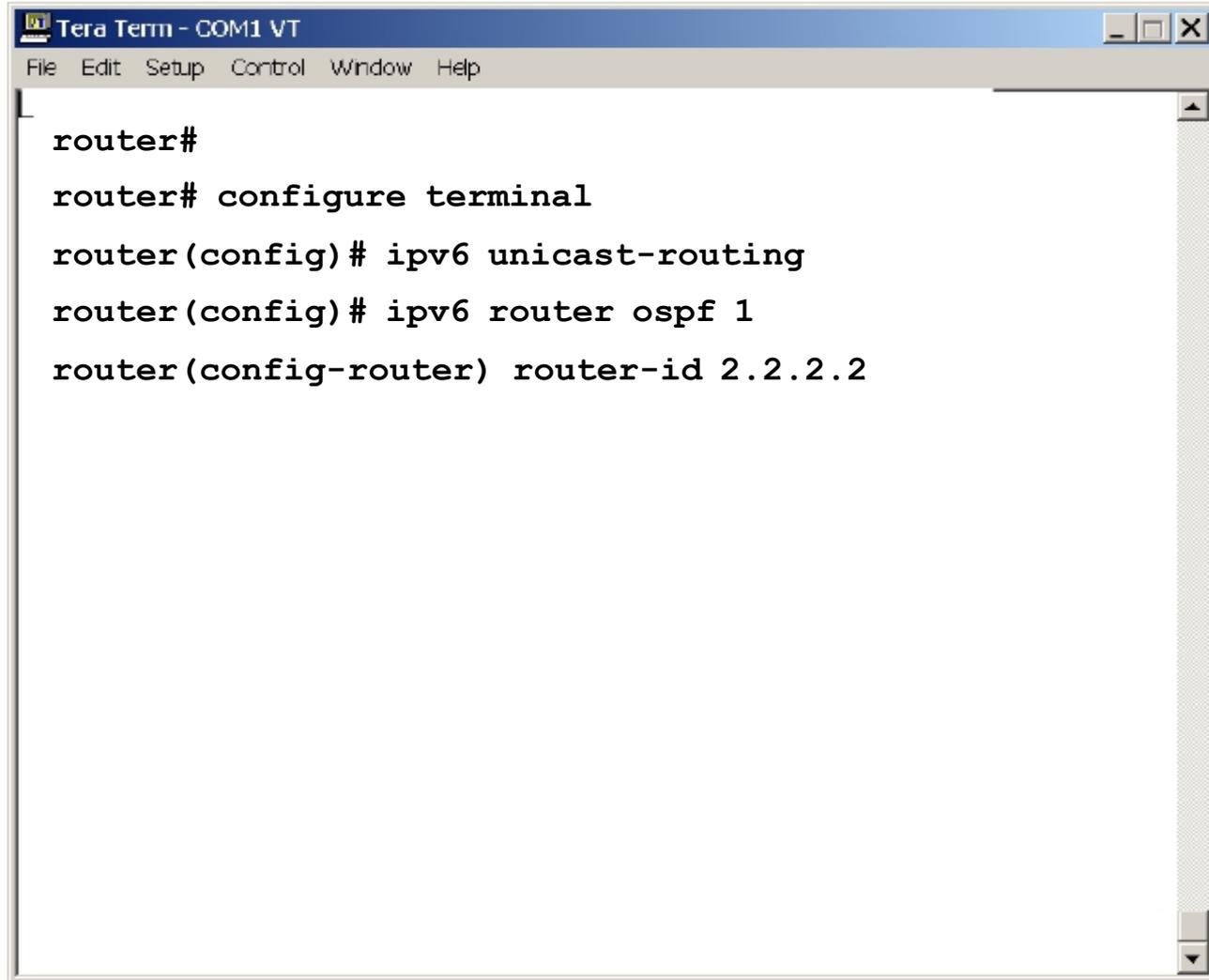
Les LSAs OSPFv3

Code LSA	Nom	Description
1	Router-LSA	Annonce le RouterID dans une zone
2	Network-LSA	Le DR annonce les RouterIDs dans une zone
3	Inter-Area-Prefix-LSA	Annonce les préfixes d'une autre zone
4	Inter-Area-Router-LSA	Annonce la localisation des ASBR
5	AS-External-LSA	Annonce les routes redistribuées dans OSPF
6	Group-Membership-LSA	Annonce des information de multicast
7	Type-7-LSA	Traversée de routes externes dans un NSSA
8	Link-LSA	Annonce l'adresse link-local d'un routeur aux voisins directement connectés
9	Inter-Area-Prefix-LSA	Annonce les préfixes associées aux RouterID

Configuration OSPFv3

Command	Description
Router (config) # ipv6 unicast-routing	Active le routage IPv6
Router (config) # ipv6 router ospf process-id	Active le processus OSPF <i>process-id</i>
Exemple : Router (config) # ipv6 router ospf 1	Active le processus OSPF 1 dans le routeur
Router (config-router) # router-id router-id	Configuration du Router-id en format 32 bits (adresse IPv4)
Exemple : Router (config-router) # router-id 2.2.2.2	Configure le routeurID de ce router à 2.2.2.2

Activation globale de OSPFv3



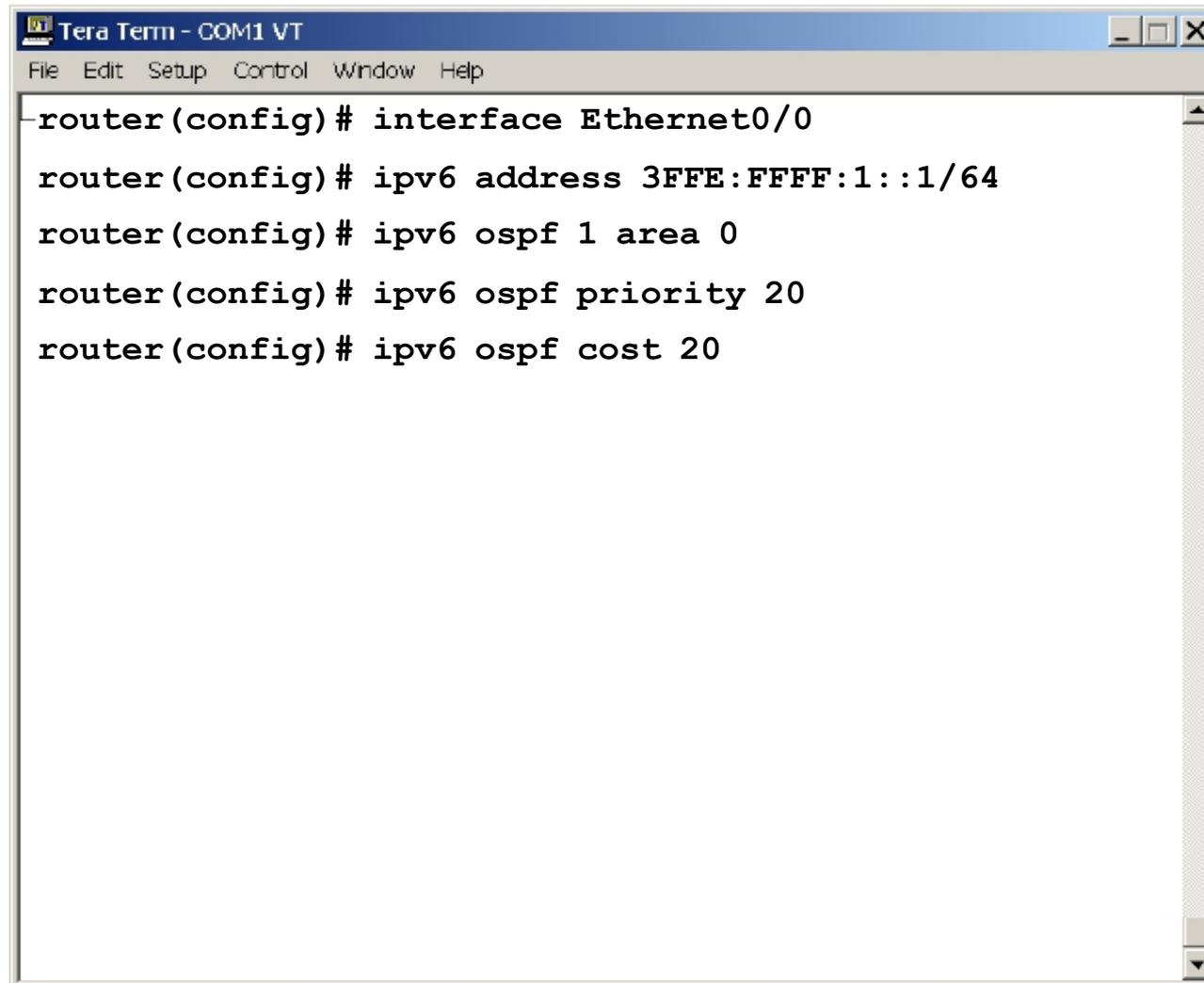
```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help

router#
router# configure terminal
router(config)# ipv6 unicast-routing
router(config)# ipv6 router ospf 1
router(config-router) router-id 2.2.2.2
```

Activation de OSPFv3 sur une interface

Step	Command or Action	Purpose
1	<code>Router(config)#interface <i>type number</i></code>	Entrer dans la configuration de l'interface
2	<code>Router(config-if)#ipv6 address <i>address/prefix-length [eui-64]</i></code>	Configure l'adresse IPv6 de l'interface (eui-64 si l'adresse est généré à partir de l'adresse MAC)
3	<code>Router(config-if)#ipv6 ospf <i>process-id area area-id [instance instance-id]</i></code>	Active OSPF sur cette interface
4	<code>Router(config-if)#router ospf <i>priority priority number</i></code>	Spécifie la priorité dans le cas d'une élection
5	<code>Router(config-if)#router ospf <i>cost cost</i></code>	Modifie le coût de l'interface

Activation d'OSPF sur une interface



```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
router(config)# interface Ethernet0/0
router(config)# ipv6 address 3FFE:FFFF:1::1/64
router(config)# ipv6 ospf 1 area 0
router(config)# ipv6 ospf priority 20
router(config)# ipv6 ospf cost 20
```

Attributs spécifiques de l'IOS Cisco

Configurer l'agrégation manuelle (area-range) :

```
area area-id range prefix/prefix length  
[advertise | not-advertise] [cost cost]
```

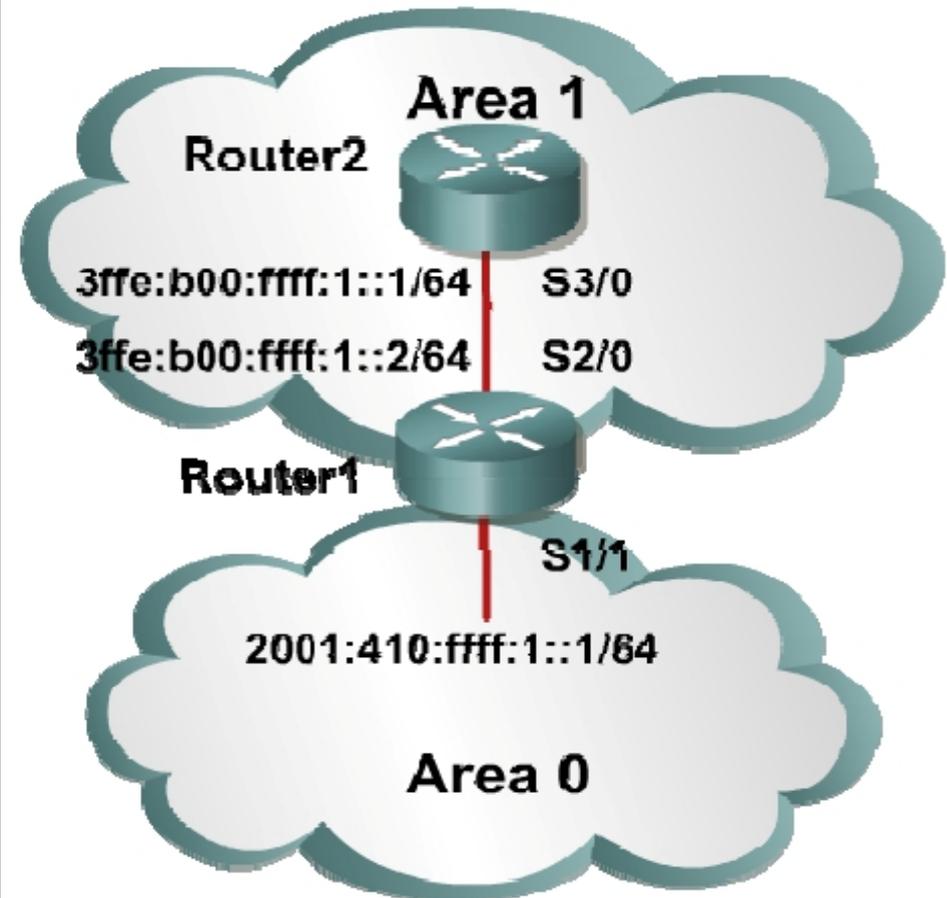
Afficher les nouveaux LSAs :

```
show ipv6 ospf [process-id] database link  
show ipv6 ospf [process-id] database prefix
```

Exemple de configuration OSPFv3

```
Router1#  
interface S1/1  
  ipv6 address  
  2001:410:FFFF:1::1/64  
  ipv6 ospf 100 area 0  
  
interface S2/0  
  ipv6 address  
  3FFE:B00:FFFF:1::2/64  
  ipv6 ospf 100 area 1  
  
ipv6 router ospf 100  
  router-id 10.1.1.3
```

```
Router2#  
interface S3/0  
  ipv6 address  
  3FFE:B00:FFFF:1::1/64  
  ipv6 ospf 100 area 1  
  
ipv6 router ospf 100  
  router-id 10.1.1.4
```



Vérification de OSPF sur une interface

```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
Router2#show ipv6 ospf int s 3/0
S3/0 is up, line protocol is up
  Link Local Address 3FFE:B00:FFFF:1::1, 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 33, 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)
```

Show ipv6 ospf

```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
R7#show ipv6 ospf
Routing Process "ospfv3 1" with ID 75.0.7.1
It is an area border and autonomous system boundary
router
Redistributing External Routes from, connected
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10
secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
LSA group pacing timer 240 secs
Interface floor pacing timer 33 msec
Retransmission pacing timer 33 msec
Number of external LSA 3. Checksum Sum 0x12B75
```

Show ipv6 ospf (continuation)

```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
Number of areas in this router is 2. 1 normal 0 stub 1 nssa
  Area BACKBONE (0)
    Number of interfaces in this area is 1
    SPF algorithm executed 23 times
    Number of LSA 14. Checksum Sum 0x760AA
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of Indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
    Flood list length 0
  Area 2
    Number of interfaces in this area is 1
    It is a NSSA area
    Perform type-7/type-5 LSA translation
    SPF algorithm executed 17 times
    Number of LSA 25. Checksum Sum 0xE3BF0
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of Indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
```

Show ipv6 ospf neighbor detail

```
Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
Router2#show ipv6 ospf neighbor detail
Neighbor 10.1.1.3
  In the area 0 via interface S2/0
  Neighbor: interface-id 14, link-local address 3FFE:B00:FFFF:1::2
  Neighbor priority is 1, State is FULL, 6 state changes
  Options is 0x63AD1B0D
  Dead timer due in 00:00:33
  Neighbor is up for 00:48:56
  Index 1/1/1, retransmission queue length 0, number of retransmission 1
  First 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0) Next 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0)
  Last retransmission scan length is 1, maximum is 1
  Last retransmission scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
```