

Introduction à IPv6

Pr. Hafssa BENABOUD
SMI S6- 2015

- Allocation des adresses IPv4
- En-tête IPv6
- Adressage IPv6
- Sous adressage IPv6

2

Allocation des adresses IPv4: Organisations

- IANA = Internet Assigned Numbers Authority
- RIR = Regional Internet Registry
- AFRINIC = African Network Information Centre
- APNIC = Asia-Pacific Network Information Centre
- ARIN = American Registry for Internet Numbers
- LACNIC = Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry
- RIPE NCC = Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
- NIR = National Internet Registry
- ISP = Internet Service Provider

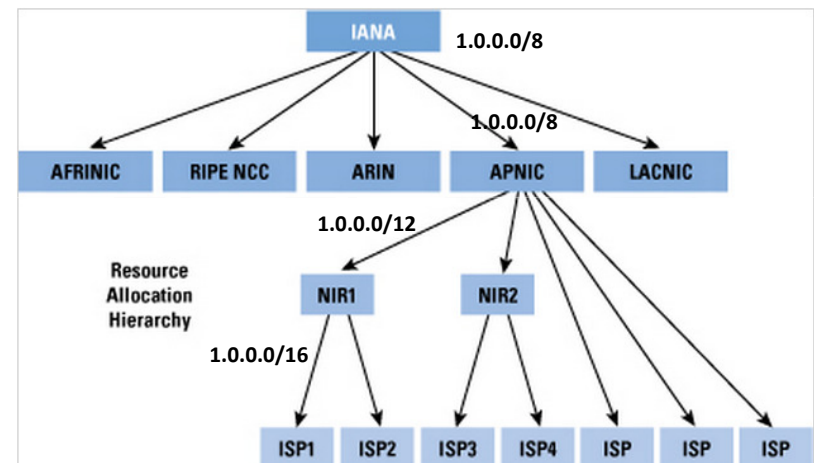
3

Introduction à IPv6

- Allocation des adresses IPv4
- En-tête IPv6
- Adressage IPv6
- Sous adressage IPv6

2

Allocation des adresses IPv4: Flux



4

Site web IANA

- <http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xml>
- IANA a épuisé toutes ses adresses /8

IANA IPv4 Address Space Registry

Last Updated
2014-10-14

Registration Procedure(s)
Allocations to RIRs are made in line with the Global Policy published at [\[http://www.icann.org/en/resources/policy/global-addressing\]](http://www.icann.org/en/resources/policy/global-addressing). All other assignments require IETF Review.

Description
The allocation of Internet Protocol Version 4 (IPv4) address space to various registries is listed here. Originally, all the IPv4 address spaces were managed directly by the IANA. Later parts of the address space were allocated to various other registries to manage for particular purposes or regional areas of the world. RFC 1466 [\[RFC1466\]](#) documents most of these allocations.

Reference
[\[RFC229\]](#)

Available Formats

CSV XML HTML Plain text

Prefix	Designation	Date	WHOIS	RDAP	Status	Note
001/8	IANA - Local Identification	1981-09			RESERVED	[2]
001/8	APNIC	2010-01	whois.apnic.net		ALLOCATED	
002/8	RIPE NCC	2009-09	whois.ripe.net		ALLOCATED	
003/8	General Electric Company	1994-05	whois.arin.net		LEGACY	
004/8	Level 3 Communications, Inc.	1992-12	whois.arin.net		LEGACY	
005/8	RIPE NCC	2010-11	whois.ripe.net		ALLOCATED	
006/8	Army Information Systems Center	1994-02	whois.arin.net		LEGACY	
007/8	Administered by ARIN	1995-04	whois.arin.net		LEGACY	
008/8	Level 3 Communications, Inc.	1992-12	whois.arin.net		LEGACY	
009/8	IBM	1992-08	whois.arin.net		LEGACY	
010/8	IANA - Private Use	1995-06			RESERVED	[3]

5

Adresses IPv4

- Epuisement des adresses IPv4
- Mondialisation
 - a) les entreprises passent aux marchés émergents
 - b) le Réseau a besoin de s'étendre et plusieurs adresses IP sont nécessaires pour soutenir cette extension
- L'augmentation du nombre de terminaux mobiles qui sont connectées à Internet
- Internet des objets (IoT): Comme le nombre de périphériques connectés à l'Internet augmente, le besoin de plusieurs adresses IP augmente aussi.
- Allocation et utilisation inefficaces d'adresses
- Virtualisation - les systèmes nécessitant plus d'une adresse

6

Passez à l'IPv6 ...

IPv4	IPv6
Deployed 1981	Deployed 1999
Address Size: 32-bit number	Address Size: 128-bit number
Address Format: Dotted Decimal Notation: 192.149.252.76	Address Format: Hexadecimal Notation: 3FFE:F200:0234:AB00:0123:4567:8901:ABCD
Prefix Notation: 192.149.0.0/24	Prefix Notation: 3FFE:F200:0234::/48
Number of Addresses: 232 = ~4,294,967,296	Number of Addresses: 2128 = ~340,282,366,920,938,463,463,374, 607,431,768,211,456

7

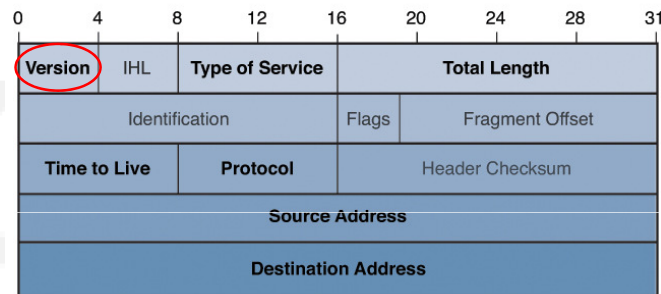
En-tête IPv6

8

Champ version

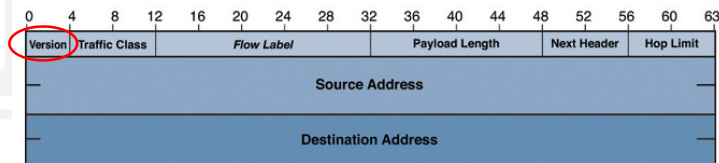
Valeur = 4

IPv4 Header



IPv6 Header

Valeur = 6

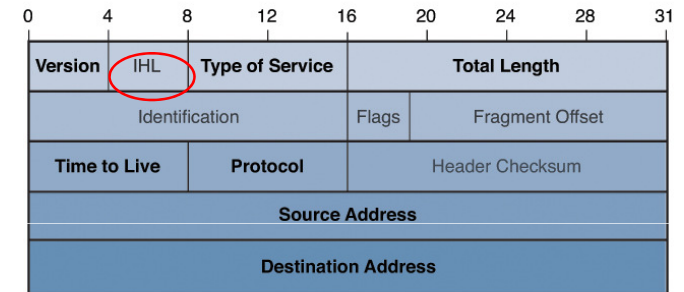


9

Champ longueur de l'en-tête

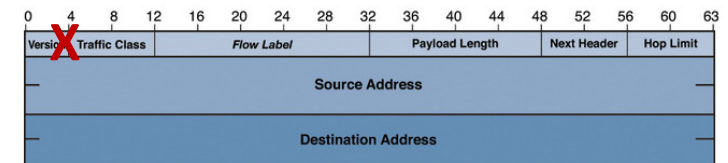
IPv4 Header

Longueur de l'en-tête = 20 à 60 octets (non fixe)



IPv6 Header

Longueur de l'en-tête est supprimé. La longueur de l'en-tête est fixe 40 octets

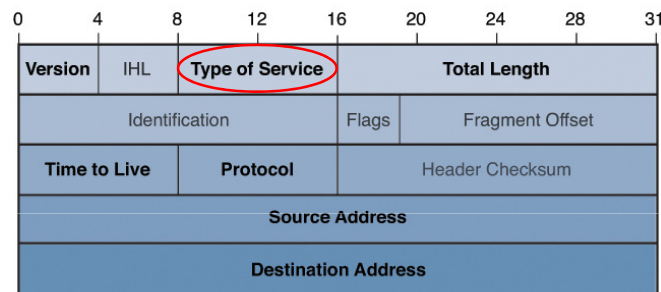


10

Champs: type de service/classe de trafic

Type de service utilisé pour implémenter la Qualité de Service

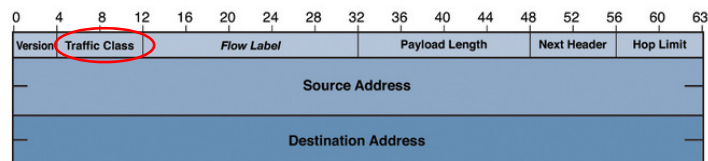
IPv4 Header



Type de Service s'appelle Traffic Class

La fonction reste la même pour offrir la QoS

IPv6 Header

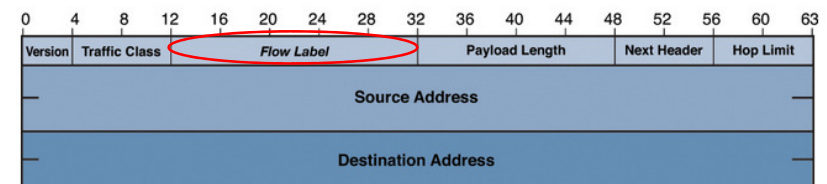


11

En-tête IPv6: Flow label/ étiquette de flux

- Nouveau champ de 20 bits,
- Utilisé pour identifier le flux,
- Le flux peut être des sessions TCP d'une machine à une autre,
- Utilisé dans la QoS : certains flux peuvent être prioritaires par rapport aux autres.
- N'est pas trop utilisé, un peu expérimentale.

IPv6 Header



12

Champ: Total Length/Payload Length

Longueur totale
inclue les 20 à 60
octets de l'en-
tête

Payload length
/Longueur de la
charge n'inclue
pas la longueur
de l'en-tête de
l'IPv6

Longueur de la
partie données
du paquet

IPv4 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Version		IHL	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset			
Time to Live		Protocol		Header Checksum				
Source Address								
Destination Address								

IPv6 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	63
Version	Traffic Class		Flow Label						Payload Length				Next Header		Hop Limit	
Source Address																
Destination Address																

13

Les champs de la fragmentation

Ces 3 champs sont
utilisés dans le
processus de
fragmentation
dans IPv4

Les champs de
fragmentation
sont supprimés


Apparaître
comme en-tête
d'extensions

seulement dans
périphériques
finaux

IPv4 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Version	IHL	Type of Service	Total Length					
Identification				Flags	Fragment Offset			
Time to Live		Protocol		Header Checksum				
Source Address								
Destination Address								

IPv6 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	63
Version	Traffic Class	Flow Label						Payload Length				 Next Header	Hop Limit			
Source Address																
Destination Address																

14

Champ : Time to Live/Hop Limit

Time to Live
garantie le paquet
de ne pas rester
dans le réseau
infiniment

Augmenté par 1
chaque fois qu'un
routeur le reçoit.

Time to Live
est appelé
Hop Limit
dans IPv6

IPv4 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Version		IHL	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset			
Time to Live		Protocol		Header Checksum				
Source Address								
Destination Address								

IPv6 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	63	
Version	Traffic Class		Flow Label						Payload Length						Next Header	Hop Limit	
Source Address																	
Destination Address																	

15

Champ : Protocol/Next Header

Ce champ
identifie les
protocoles de la
couche
supérieure.

Remplacé par
Next Header/
prochain en-
tête

Next Header
identifie les
protocoles de la
couche
supérieure et
les en-têtes
d'extensions
(optionel)

IPv4 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Version	IHL	Type of Service	Total Length					
Identification				Flags	Fragment Offset			
Time to Live	Protocol			Header Checksum				
Source Address								
Destination Address								

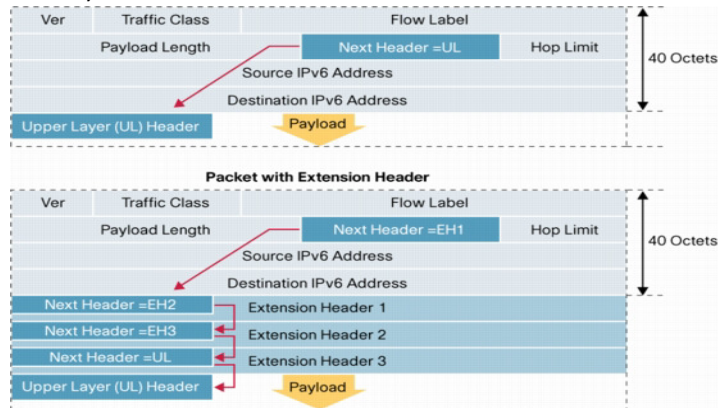
IPv6 Header

0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	63	
Version		Traffic Class		Flow Label						Payload Length				Next Header		Hop Limit	
Source Address																	
Destination Address																	

16

IPv6 Extension Header/ en-tête d'extensions

- Optionnelle
- Suit la principale en-tête IPv6,
- Présence identifiée par le champ d'en-tête Suivant (next header)



17

IPv6 Extension Header/ en-tête d'extensions

Order	Header Type	Next Header Code
1	Basic IPv6 Header	-
2	Hop-by-Hop Options	0
3	Destination Options (with Routing Options)	60
4	Routing Header	43
5	Fragment Header	44
6	Authentication Header	51
7	Encapsulation Security Payload Header	50
8	Destination Options	60
9	Mobility Header	135
	No next header	59
Upper Layer	TCP	6
Upper Layer	UDP	17
Upper Layer	ICMPv6	58

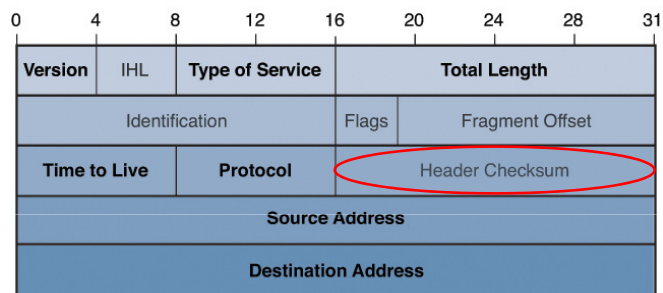


18

Champ : Header Checksum

IPv4 Header

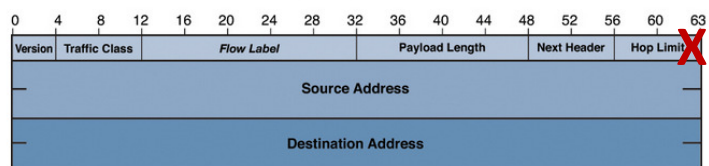
Header Checksum est utilisé pour vérifier l'intégrité d'un paquet IPv4.



Checksum supprimé

Fonction des protocoles des couches supérieures.

IPv6 Header



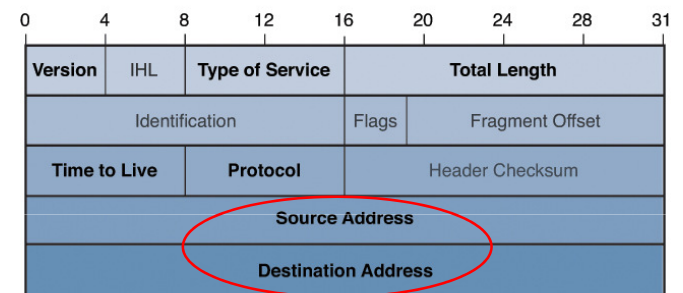
19

Champs: Adresses

IPv4 Header

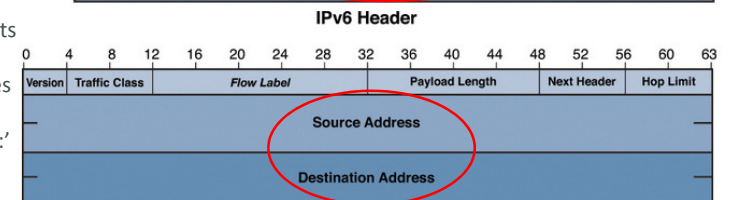
Longueur = 32 bits

Écrite en nombres décimaux séparés par des points



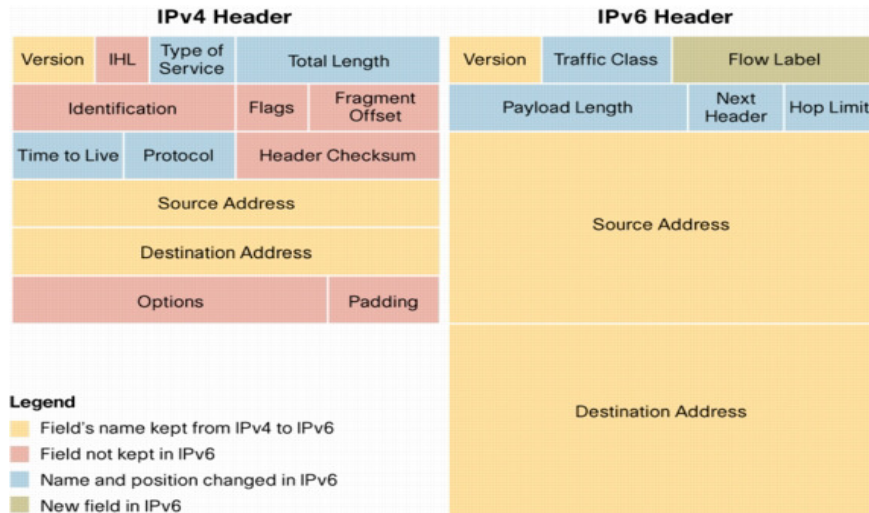
longueur= 128 bits

Ecrite en nombres hexadecimaux séparés par des ':'



20

Résumé



21

Bénéfiques techniques de l'IPv6

- 340 trillions de trillions d'adresses IPv6 routables mondialement.
- Déploiement simple d'adresses
- Configuration statique, DHCP et auto-configuration
- Connectivité du réseau de bout en bout - Pas de NAT, une communication si transparente de bout en bout du réseau est possible
- Prise en charge intégrée pour IPSec
- Étiquette de flux 20 bits qui peut être utilisé pour la QoS
- Mobile IP amélioré

22

Adressage IPv6- Partie 1

- Adresse IPv6 : Notation
- Règle 1: Rassembler des 0
- Règle 2: Double points ::
- Les préfixes réseau

23

Adresse IPv6 : Notation

- Les adresses IPv6 sont des adresses 128 bits représentés en:
 - Des blocs de 16 bits,
 - Hexadécimal entre 0000 et FFFF,
 - Séparés par deux points ':'
- Un chiffre hexadécimal = 4 bits

2001:0DB8:AAAA:1111:0000:0000:0000:0100/64

1	2	3	4	5	6	7	8
2001	: 0DB8	: AAAA	: 1111	: 0000	: 0000	: 0000	: 0100
16 bits	16 bits	16 bits	16 bits	16 bits	16 bits	16 bits	16 bits

24

Rappel !!!!

Dec.	Hex.	Binary	Dec.	Hex.	Binary
0	0	0000	8	8	1000
1	1	0001	9	9	1001
2	2	0010	10	A	1010
3	3	0011	11	B	1011
4	4	0100	12	C	1100
5	5	0101	13	D	1101
6	6	0110	14	E	1110
7	7	0111	15	F	1111

25

Nombre d'adresses IPv6

2001:0DB8:AAAA:1111:0000:0000:0000:0100/64

2001 : 0DB8 : AAAA : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0100
 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits

- Combien d'adresses nous donnent 128 bits ??
 - 2^{128} = 340 trillions de trillions d'adresses,
 - "IPv6 pourrait fournir à chaque micromètre carré de la surface de la terre 5000 adresses uniques.
 - 1 micromètre = 0,001 mm

26

Identifier les adresses correctes IPv6

2001.1111.2222.3333.4444.5555.6666.7777

Non, les blocs sont séparés par des points

2001:AAAA:BBBB:CCCC:DDDD:EEEE:FFFF:GGGG

Non, G n'est pas un chiffre hexadécimal

2001:FACE:ACE0:CAFE:1111:2222:3333:4444:5555:6666

Non, le nombre de bits est plus que 128 bits

2001:1111:2222:3333:4444:5555:6666:7777

Non, un bloc contient au maximum 4 chiffres hexadécimaux.

27

Règles pour écrire une adresse IPv6

- Deux règles pour réduire la taille de l'écriture des adresses IPv6:
 - Supprimer des 0 à gauche,
 - Double ':'

28

Règle 1: Rassembler les 0

- Supprimer les '0' les plus à gauche pour chaque bloc 16-bits

```
3ffe : 0404 : 0001 : 1000 : 0000 : 0000 : 0ef0 : bc00
3ffe : 0404 : 0001 : 1000 : 0000 : 0000 : 0ef0 : bc00
3ffe :  404 :    1 : 1000 :    0 :    0 :  ef0 : bc00

3ffe : 0000 : 010d : 000a : 00dd : c000 : e000 : 0001
3ffe : 0000 : 010d : 000a : 00dd : c000 : e000 : 0001
3ffe :    0 : 10d :    a :    dd : c000 : e000 :    1

ff02 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0500
ff02 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0500
ff02 :    0 :    0 :    0 :    0 :    0 :    0 :   500
```

29

Optimisez l'écriture des adresses suivantes

2001:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000

Réponse- 2001:0:0:0:0:0:0:0

2001:1000:1001:1010:1100:0001:0101:0011

Réponse- 2001:1000:1001:1010:1100:1:101:11

0010:1010:1020:0001:1000:0A0A:00FF:FF00

Réponse- 10:1010:1020:1:1000:A0A:FF:FF00

30

Etendre l'écriture des adresses suivantes

2001:0:10:100:1000:AA:FF:101

Réponse- 2001:0000:0010:0100:1000:00AA:00FF:0101

0:1:10:100:1000:CC:CC0:CCC

Réponse- 0000:0001:0010:0100:1000:00CC:0CC0:0CCC

FF:0:0:0:0:0:A

Réponse- 00FF:0000:0000:0000:0000:0000:0000:000A

FE8:0:0:0:0:0:1

Réponse- 0FE8:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

31

Règle 2: Double 'deux points' '::'

La deuxième règle peut réduire cette adresse encore plus.

- 1- Une chaîne continue d'un ou plusieurs blocs de 16 bits, comprenant des zéros peut être représentée par une double ':' c-à-d '::'

```
ff02 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0500
ff02 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0500
ff02 :                                     : 500
Résultat: ff02::500
```

32

Règle 2: Double 'deux points' '::'

2- Une seule chaîne continue de tous les blocs de zéro peut être représentée par un double deux points. On ne peut évidemment supprimer qu'un seul groupe de blocs consécutifs.

2001 : 0d02 : 0000 : 0000 : 0014 : 0000 : 0000 : 0095

→ Ces deux écritures sont correctes:

2001 : d02 :: 14 : 0 : 0 : 95

2001:d02::14:0:0:95

Ou

2001 : d02 : 0 : 0 : 14 :: 95

2001:d02:0:0:14::95

33

Règle 2: Double 'deux points' '::'

3- L'utilisation du '::' plus d'une fois dans une adresse IPv6 peut créer une ambiguïté à cause de l'ambiguïté du nombre de 0.

2001::14::95

Cette adresse peut être traduite en 2 écritures:

2001:0000:0000:0014:0000:0000:0000:0095

2001:0000:0000:0000:0014:0000:0000:0095

34

Optimisez l'écriture des adresses suivantes

2001:1111:0000:0000:1111:2222:1111:A1A1

Réponse- 2001:1111::1111:2222:1111:A1A1

3001:0000:0000:0000:0000:0000:0000:1111

Réponse- 3001::1111

3001:0000:0000:0000:1111:0000:0000:1111

Réponse- 3001::1111:0:0:1111

FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF00:0001

Réponse- FF02::1:FF00:1

35

Etendre l'écriture des adresses suivantes

2001:0101::A:B

Réponse- 2001:0101:0000:0000:0000:0000:000A:000B

FF02::1:FF12:1

Réponse- FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF12:0001

FE80::1

Réponse- FE80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

::1

Réponse- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

::

Réponse- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000

36

Préfixes de réseau

- IPv4- le préfixe – la partie réseau de l'adresse – peut être identifiée par le masque écrit en décimal ou par nombre de bits.

255.255.255.0 ou /24

- Préfixes IPv6 sont toujours identifiés par nombre de bits (longueur de préfixe).

3ffe:1944:100:a::/64

16 32 48 64 bits

37

Préfixes de réseau

2001:DB8:CAFE:1111::1/64

Nbre bits pour réseau= 64, Nbre bits pour hôtes= 64

Partie réseau = 2001:DB8:CAFE:1111

Partie hôte = 0000:0000:0000:0001

2001::1/96

Nbre bits pour réseau= 96, Nbre bits pour hôtes= 32

Partie réseau = 2001:0:0:0:0:0

Partie hôte = 0:1

38

Préfixes de réseau

2001::1/80

Nbre bits pour réseau= 80, Nbre bits pour hôtes= 48

Partie réseau = 2001:0:0:0:0

Partie hôte = 0:0:1

2001::1/16

Nbre bits pour réseau= 16, Nbre bits pour hôtes= 112

Partie réseau = 2001

Partie hôte = 0:0:0:0:0:0:1

39

2001::1/8

Nbre bits pour réseau= 8, Nbre bits pour hôtes= 120

Partie réseau = 20

Partie hôte = NN01:0:0:0:0:0:0:1

2001::1/4

Nbre bits pour réseau= 4, Nbre bits pour hôtes= 124

Partie réseau = 2

Partie hôte = N001:0:0:0:0:0:0:1

40

2001:1/3

3 bits pour la partie réseau et 125 bits pour la partie hôte

- Le premier segment 16-bits (2001) en binaire:

0010 0000 0000 0001

- Les 3 premiers bits sont dans la partie réseau et les bits restants sont dans la partie hôte:

0010 0000 0000 0001

41

FE80/10

Les 10 premiers bits sont pour la partie réseau et les 118 bits restants sont pour la partie hôte.

- Le premier segment 16-bits (FE80) en binaire: 1111

1110 10 00 0000

- Les 10 premiers bits (FE8 en hexadécimal) est la partie réseau

1111 1110 10 00 0000

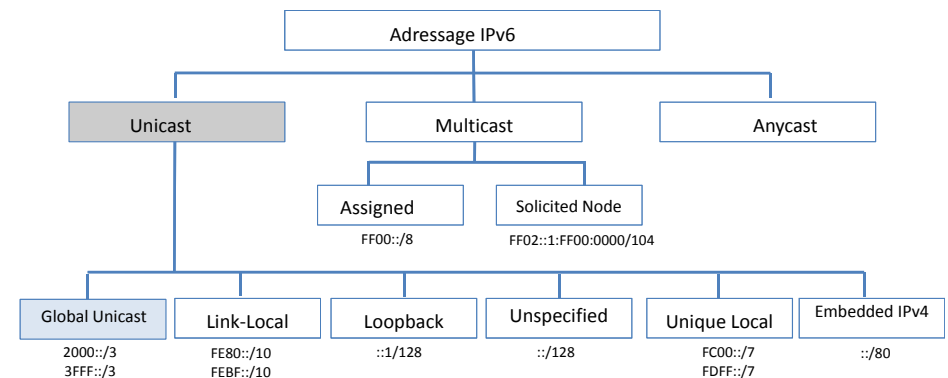
42

Adressage IPv6- Partie 2

- Structure d'une adresse IPv6 globale unicast,
- Adresse globale unicast et la règle 3-1-4,
- Adresse globale unicast statique
- EUI-64 modifiée

43

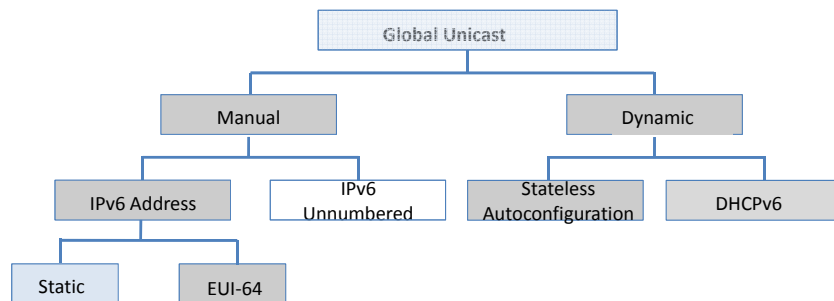
Types d'adresses IPv6- 1- Globale unicast



Note: Pas de broadcast dans IPv6

44

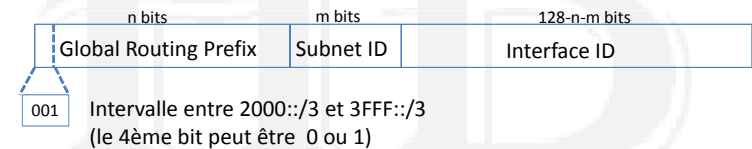
Types d'adresse globale unicast



45

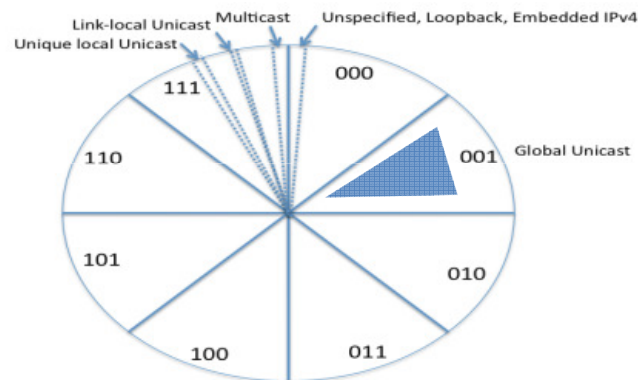
Structure d'une adresse globale unicast

- Les adresses globales unicast sont similaires aux adresses IPv4 publiques: Routables et Uniques



46

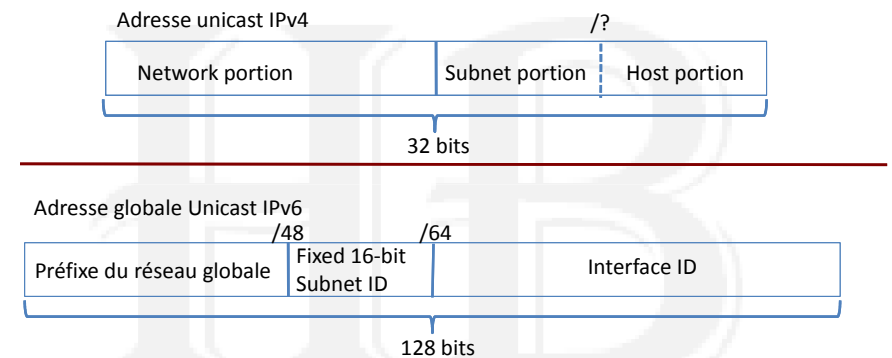
Allocation IANA de l'espace des adresses IPv6:



The remaining portion of IPv6 address space are reserved by IETF for future use.

47

Règle de 3-1-4

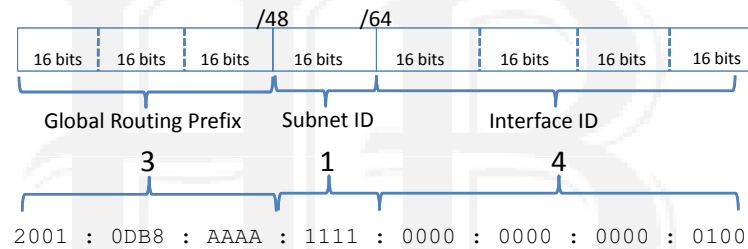


* 64-bit partie machine nous donne 18 quintillion (18,446,744,073,709,551,616) hôtes/sous réseau.

* 16-bit de la partie sous réseau nous donne 65,536 sous réseaux. (OUI, vous pouvez utiliser tout à 0 et tout à 1 aussi) ☺

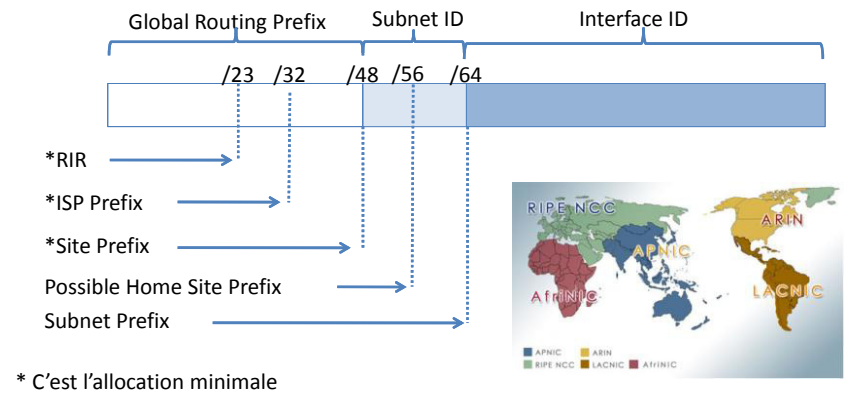
48

Règle 3-1-4



49

Tailles du global Routing prefix



50

Divisez ces adresses par la règle 3-1-4

2001:1111:2222:3333:4444:5555:6666:7777

Réponse-

Global Routing Prefix=2001:1111:2222 (3 blocs de 16bits (Hextet))

Subnet ID = 3333 (1 Hextet)

Interface ID = 4444:5555:6666:7777 (4 Hextets)

2001::1

Réponse-

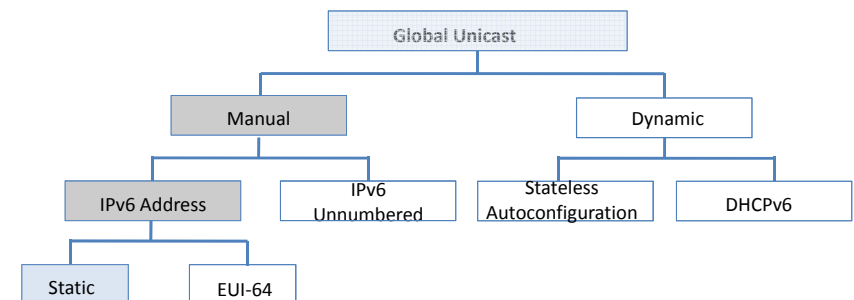
Global Routing Prefix = 2001:0000:0000 (3 Hextets)

Subnet ID = 0000(1 Hextet)

Interface ID =0000:0000:0000:0001 (4 Hextets)

51

Adresse globale unicast statique



52

Adresse globale unicast statique

La configuration d'une adresse globale unicast statique se fait de la même manière que celle d'une adresse IPv4 statique.

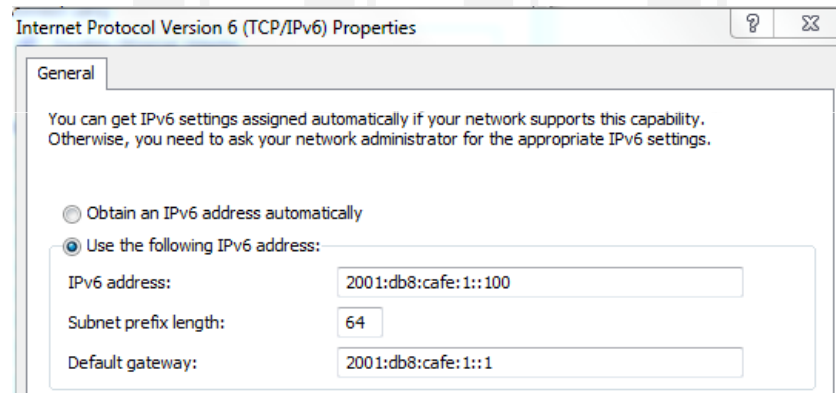
```
R1# conf t
R1(config)# interface fastethernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:0db8:cafe:0001::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)#
```

Pas d'espace entre l'adresse IPv6 et la longueur du préfixe
Tout à 0 et tout à 1 sont des adresses machines valides dans IPv6

53

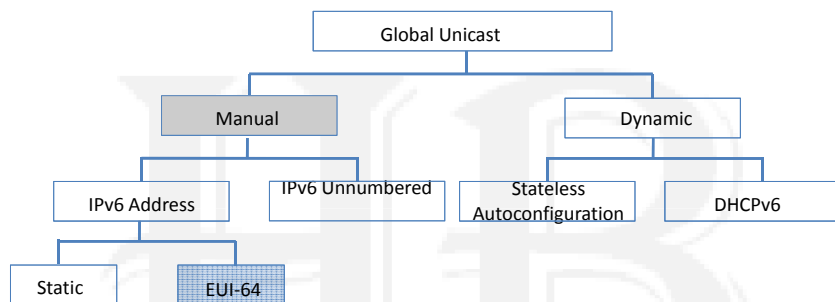
Adresse globale unicast statique

La configuration d'une adresse globale unicast statique se fait de la même manière que celle d'une adresse IPv4 statique.



54

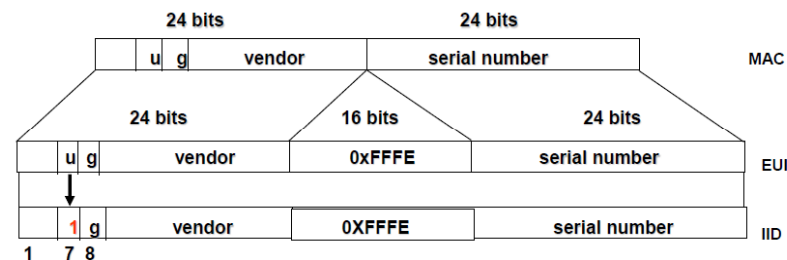
Adresse globale unicast : EUI-64



EUI-64 modifiée: Créer les 64-bits de la partie machine depuis les 48-bits de l'adresse MAC.

IEEE définit un mécanisme pour créer un EUI-64 depuis une adresse IEEE 802 MAC (Ethernet et FDDI) pour avoir la IID EUI-64 en modifiant le bit u (Universal). Le bit U/L est mis à 1 pour indiquer la portée universelle et à 0 pour indiquer la portée locale.

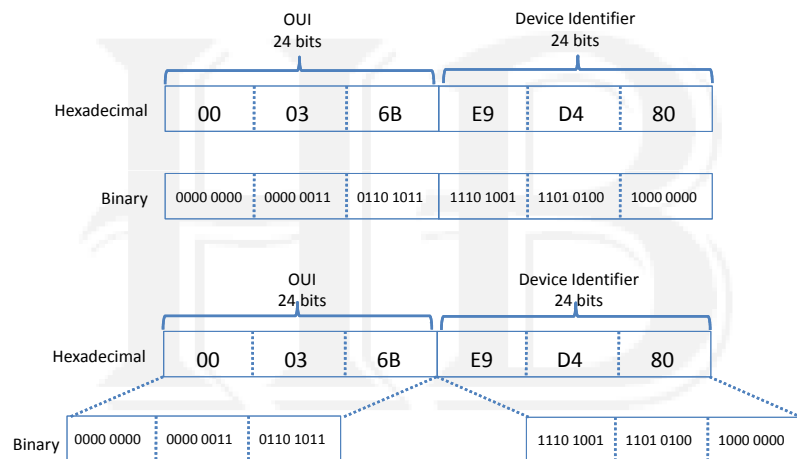
55



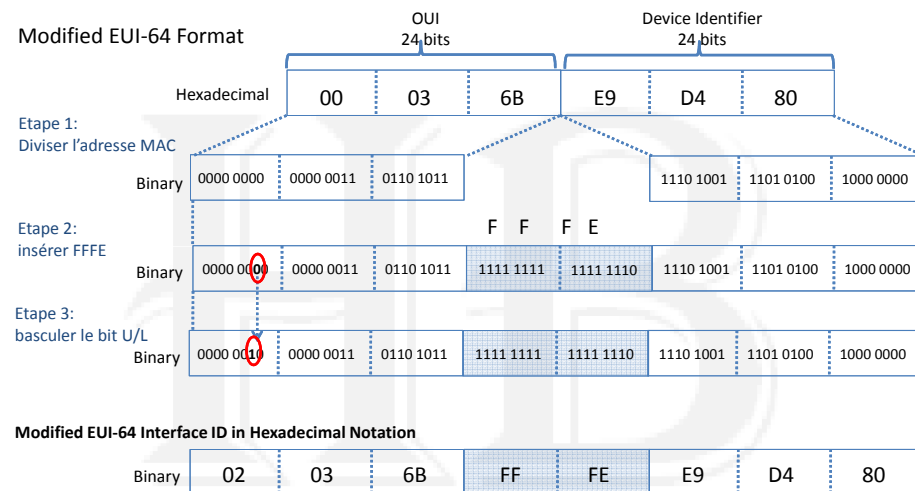
Pourquoi inverser le bit U/L ?? La réponse est dans la section 2.5.1 du RFC 2373

56

Adresse globale unicast : EUI-64



57



58

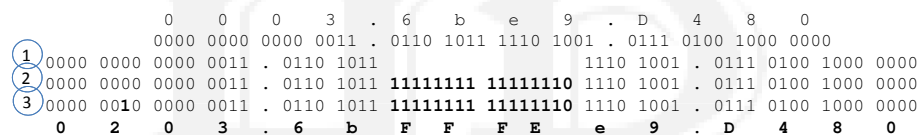
Adresse globale unicast : EUI-64

- R1(config)# **interface fastethernet 0/0**
- R1(config-if)# **ipv6 address 2001:0db8:cafe:0001::/64 ?**
- eui-64 Use eui-64 interface identifier
- <cr> <<< All0's address is okay!
- R1(config-if)# **ipv6 address 2001:0db8:cafe:0001::/64 eui-64**
- R1(config-if)#

59

Adresse globale unicast : EUI-64

Configuration de l'adresse IPv6 en utilisant le format EUI-64



Global unicast address: 2001:0db8:cafe:0001:0203:6bff:fee9:d480

Subnet Prefix
(Configuré
manuellement)

Interface ID (EUI-
64 format)

R1(config)# **interface fastethernet 0/0**
R1(config-if)# **ipv6 address 2001:0db8:cafe:0001::/64 eui-64**

60

- Dérivez l'adresse EUI-64 depuis l'adresse MAC
0101:ABAB:EDED

Réponse:

0101AB et AB EDED

0101AB FFFE AB EDED

0101:ABFF:FEAB:EDED

0 0 0 0 0 0 1

0 0 0 0 0 1 1 = 0 3 in Hex

0003:ABFF:FEAB:EDED = 3:ABFF:FEAB:EDED

61

Adresse globale unicast : StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

62

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

- Les systèmes connectés au réseau devraient être "Plug&Play" (contrairement à IPv4 sans DHCP)
- SLAAC est une méthode automatique qui permet à un équipement de se créer une adresse IPv6 globale,
- Ne concerne que les "End-nodes", pas les routeurs ,
- Pas besoin d'un serveur DHCPv6,
- Utilise ICMPv6 (ND, RS, RA) « voir diapo qui suit »
- Les routeurs **activés en IPv6** envoient périodiquement des paquets "Router Advertisement" qui contiennent certaines informations qui aident à configurer une adresse.
- L'adresse du DNS n'est pas inclut dans les messages RA.
- Grâce au SLAAC, seul les routeurs doivent être manuellement configurés

63

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

- Neighbor Discovery Protocol (NDP).

Les équipements IPv6 partageant le même lien physique peuvent:

- Découvrir leur présence mutuelle;
- Apprendre les adresses "Link" de leurs voisins;
- Trouver les routeurs;
- Acquérir les paramètres du liens (MTU, hop limit);
- Connaître les préfixes v6 utilisés sur ce liens;
- Résolution ARP;
- Détermination du Next Hop...

*Le Neighbor Discovery d'IPv6 est une synthèse de:
ARP, ICMP Redirect, etc... de IPv4.*

64

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

ND spécifie 5 types de paquets ICMPv6:

1- Router Advertisement (RA):

Annonces à intervalle régulier d'un routeur contenant:
la liste des préfixes utilisés sur le lien et leurs longueurs, la valeur du Max Hop Limit (TTL d'IPv4), la MTU.

2- Router Solicitation (RS):

Une station demande l'envoi d'un RA immédiatement. Par exemple au démarrage, pour son auto-configuration.

65

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

3- Neighbor Solicitation (NS):

Pour découvrir l'adresse physique d'un voisin, vérifier sa présence ou détecter la présence d'une adresse dupliquée sur le réseau (DAD: Duplicate Address Detection).

4- Neighbor Advertisement (NA):

Réponse aux paquets NS, pour publier le changement d'une adresse physique.

5- Redirect:

Utilisé par un routeur pour informer une station de la possibilité d'utiliser une meilleure route pour une destination donnée.

66

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

Valeurs du champ « type » dans le paquet ICMPv6

Type	Signification
133	Router Solicitation
134	Router Advertisement
135	Neighbor Solicitation
136	Neighbor Advertisement
137	Redirect

67

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

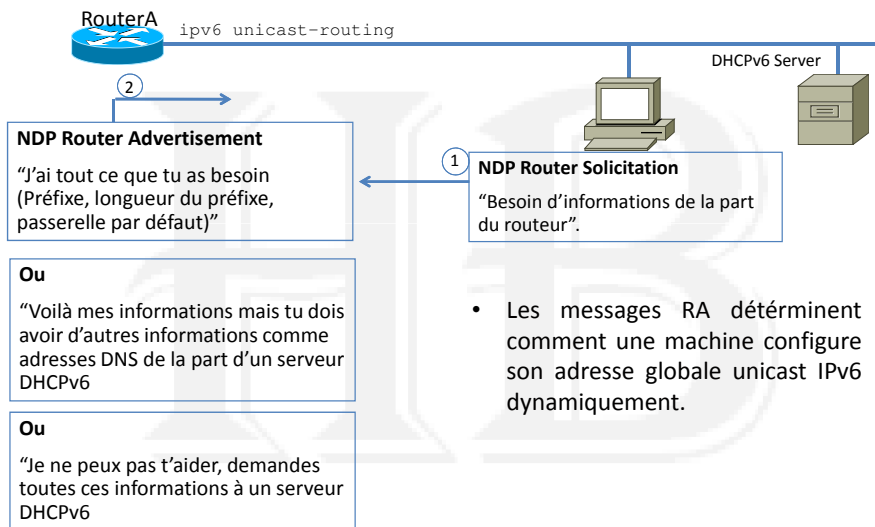
Activation du routage IPv6 sur un routeur

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

- Les interfaces d'un routeur peuvent être activées en IPv6 (en leur attribuant une adresse IPv6) comme n'importe quel autre équipement dans le réseau.
- Pour qu'un routeur fonctionne comme un routeur IPv6, il doit être activé en IPv6 par la commande **ipv6 unicast-routing**.
- Cette commande permet au routeur de:
 - Envoyer les messages RA;
 - Activer l'acheminement des paquets IPv6;
 - Participer aux protocoles de routage IPv6: RIPng, EIGRP for IPv6, OSPFv3

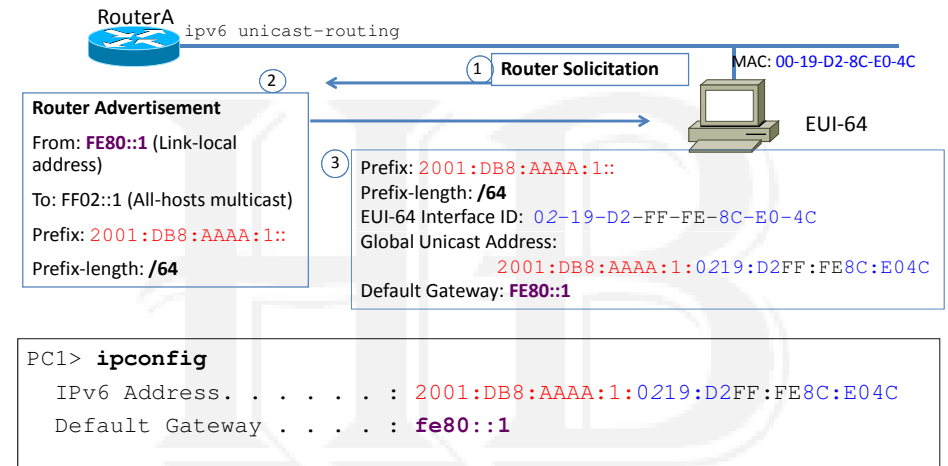
68

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)



69

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)



70

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

Windows et l'identifiant de l'interface

```
PC1> ipconfig
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Local Area Connection:
    IPv6 Address. . . . . : 2001:DB8:AAAA:1:0219:D2FF:FE8C:E04C
    Link-local IPv6 Address . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1%11
    Default Gateway . . . . . : fe80::1
```

- Les systèmes d'exploitation Windows, Windows XP et Server 2003 utilisent EUI-64.
- Windows Vista et les nouvelles versions n'utilisent pas EUI-64, Ils créent les 64-bits aléatoirement pour identifier l'interface.

La valeur qui suit % identifie une zone Windows et ne fait pas partie à l'adresse IPv6

71

StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

Les bits M (Managed) et O (Other) [RFC 4861](https://tools.ietf.org/html/rfc4861).

- M** Managed Address Configuration Flag :
0 (n'utilise pas DHCPv6 pour la construction d'adresse, autoconfiguration possible),
1 (l'obtention d'adresse doit se faire par DHCPv6),
- O** Other Configuration Flag :
0 (aucune information à prendre sur DHCPv6),
1 (des informations complémentaires sont à récupérer via DHCPv6).

Si le drapeau **M** est défini (1), le drapeau **O** est redondant et peut être ignoré car DHCPv6 renvoie toutes les informations de configuration disponibles.

72

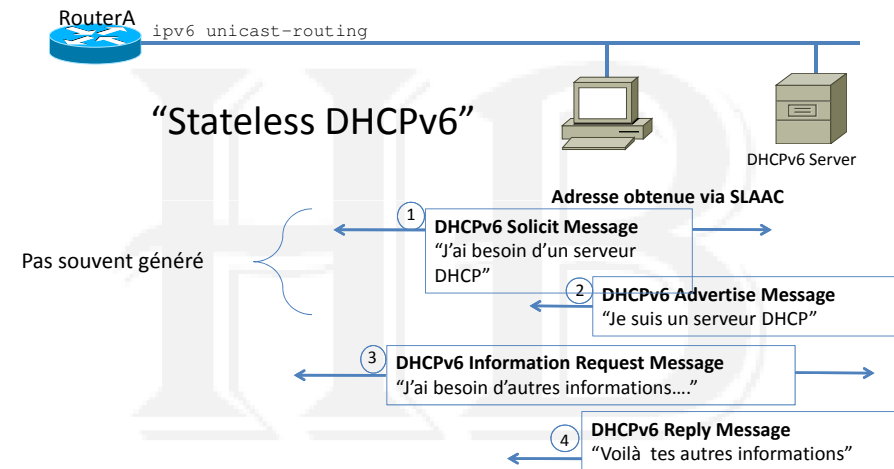
StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)

Les bits M (Managed) et O (Other) [RFC 4861](#).

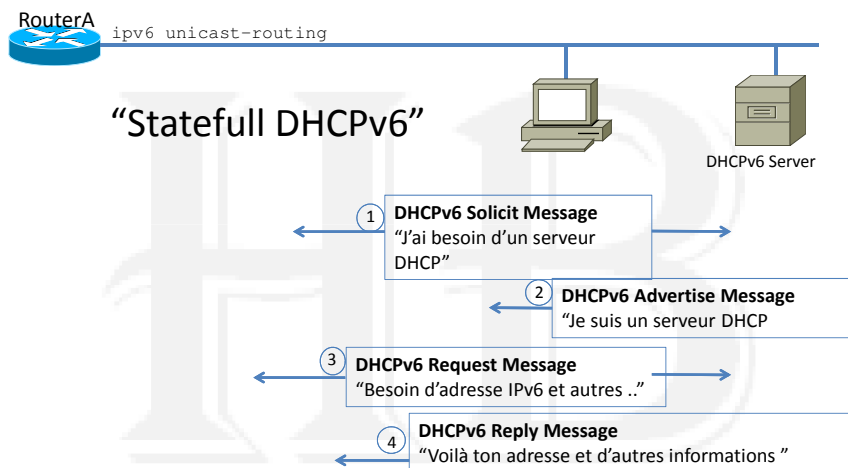
M	O	Désignation
0	0	SLAAC et config statique pour DNS
0	1	SLAAC et DHCP config pour DNS Stateless DHCP , ne maintient aucun état
1	0	DHCP config pour toutes les informations Statefull DHCP , maintient tous les états.
1	1	Invalid

73

StateLess DHCP



74

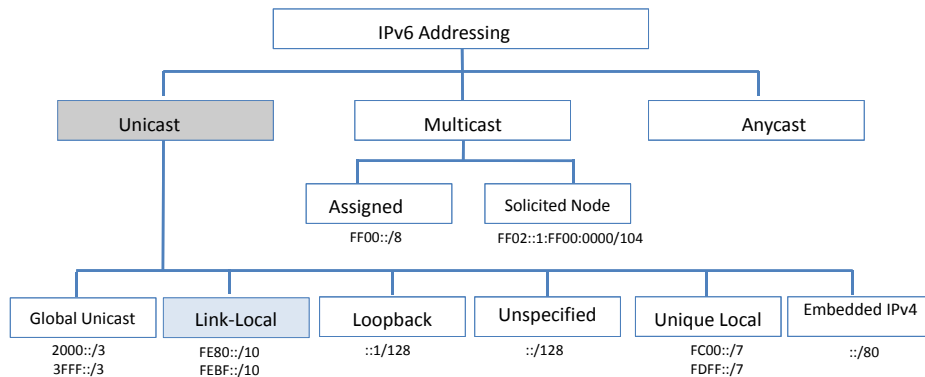


75

Adresse Link-Local Unicast

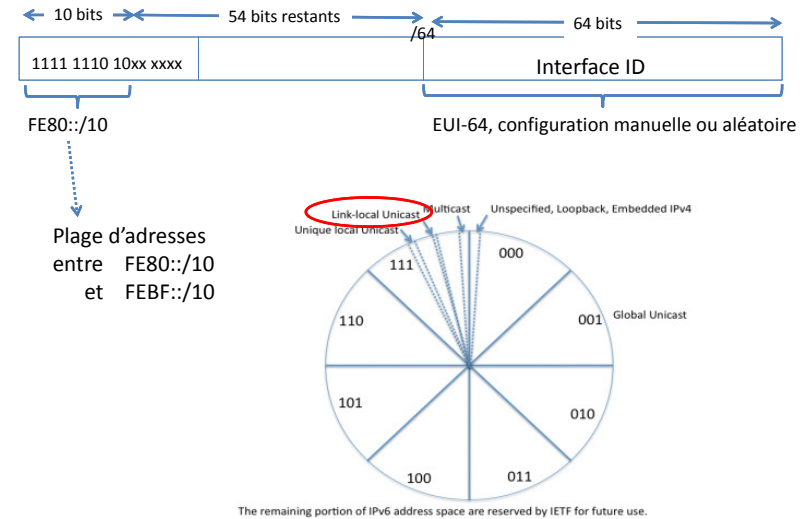
76

Adresse Link-Local unicast (1)



77

Adresse Link-Local unicast (2)



78

Adresse Link-Local unicast (3)

- L'adresse link-locale est utilisée pour communiquer avec d'autres périphériques sur le même lien (même réseau),
- Non routable hors du lien,
- Un périphérique IPv6 doit avoir au moins une adresse link-locale
- L'adresse link-locale est utilisée par:
 - une machine pour communiquer sur un réseau IPv6 avant d'avoir une adresse globale unicast,
 - une machine comme une adresse de passerelle par défaut,
 - les routeurs adjacents pour échanger les mises à jour de routage,

79

Adresse Link-Local unicast (4)

- L'adresse Link-local est créée automatiquement pendant (ou avant) la configuration de l'adresse globale unicast.
- FE80 + 64-bit **Interface ID**
 - **EUI-64 Format**
 - **Générée aléatoirement**
 - peut aussi être créée statiquement.
- Les adresses Link-local créées dynamiquement sont difficiles à identifier.
- Les adresses Link-local créées manuellement sont faciles à retenir et à identifier.
- Les adresses Link-local doivent être uniques seulement dans un même lien.

80

Adresse Link-Local unicast (5)

```
R1# show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0      [up/up]
  FE80::203:6BFF:FEE9:D480 ← Link-local unicast address
  2001:DB8:CAFE:1::1 ← Global unicast address
Serial0/0/0          [up/up]
  FE80::203:6BFF:FEE9:D480
  2001:DB8:CAFE:A001::1
Serial0/0/1          [up/up]
  FE80::203:6BFF:FEE9:D480
  2001:DB8:CAFE:A003::1
R1#
```

81

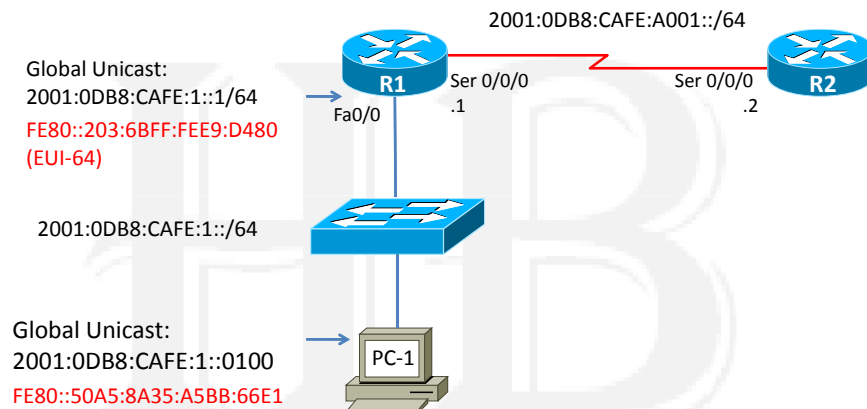
Adresse Link-Local unicast (6)

- Les adresses link-local sont automatiquement créées même si une adresse globale unicast n'est pas configurée. Il faut activer tout simplement IPv6 sur une interface avec la commande **ipv6 enable**.
- Cette commande maintient aussi cette adresse même si l'adresse globale unicast est supprimée.

```
Router(config)# interface fastethernet 0/1
Router(config-if)# ipv6 enable
Router(config-if)# end
Router# show ipv6 interface brief
FastEthernet0/1      [up/up]
  FE80::20C:30FF:FE10:92E1 ← Link-local unicast address only
Router#
```

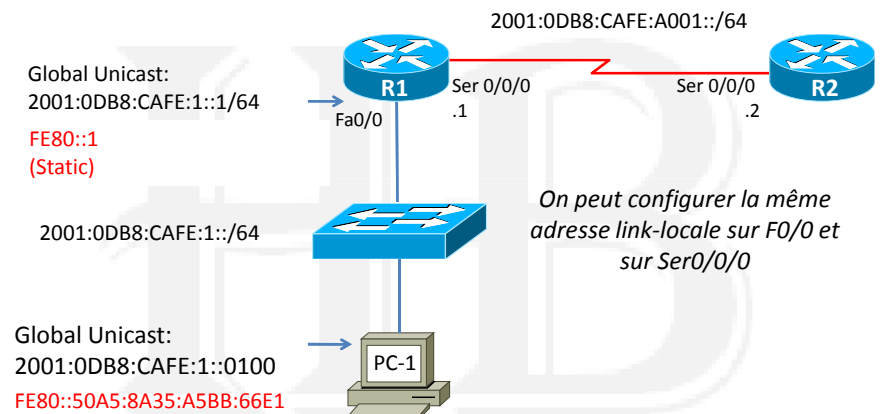
82

Adresse Link-Local unicast (7) Dynamique



83

Adresse Link-Local unicast (8) Statique



84

Adresse Link-Local unicast (9) Statique

```
R1(config)# interface fastethernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1 ?      Static Link-local Address
link-local Use link-local address

R1(config)# interface fastethernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)# exit
R1#
R1# show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
FE80::1                  ←
2001:DB8:CAFE:1::1       Mêmes adresse link-local unicast (bonne pratique)
Serial0/0/0              [up/up]
FE80::1                  ←
2001:DB8:CAFE:A001::1
```

85

Adresse Link-Local unicast (10) Commande ping

La commande **ping** pour une adresse *link-locale* doit inclure une interface de sortie car une même adresse link-locale peut être utilisée sur plusieurs segments différents.

```
R1# ping fe80::2
Output Interface: serial0/0/0
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to FE80::2, timeout is 2
secs:
!!!!
```

86

Adresse Link-Local unicast (11)

- Par défaut, les IOS des routeurs utilisent le format EUI-64 modifié

```
R1# show interface fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is AmdFE, address is 0003.6be9.d480 (bia
0003.6be9.d480) (Ethernet MAC address)
<output omitted for brevity>

R1# show ipv6 interface fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is
FE80::203:6BFF:FEE9:D480 (Link-local address using EUI-64 format)
Global unicast address(es):
2001:DB8:AAAA:1::1, subnet is 2001:DB8:AAAA:1::/64
<output omitted for brevity>
```

87

Adresse Link-Local unicast (12) Sur Windows

```
PC1> ipconfig
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Local Area Connection:
Connection-specific DNS Suffix . :
IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:cafe:1::100
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1%11
Default Gateway . . . . . : 2001:db8:cafe:1::1
```

- Les systèmes d'exploitation Windows, Windows XP et Server 2003 utilisent EUI-64.
- Windows Vista et les nouvelles versions n'utilisent pas EUI-64, Ils créent les 64-bits aléatoirement pour identifier l'interface.

La valeur qui suit % identifie une zone Windows et ne fait pas partie à l'adresse IPv6

88