



Configuration et gestion d'un serveur

Chapitre 6 : L'adressage IPv6

Objectifs :

Comprendre le nouveau protocole d'adressage Internet qu'est IPv6.

Plan :

1. IPV6, les grandes lignes.
2. Format des adresses.
 - 2.1. Le format des adresses.
 - 2.2. L'écriture simplifier d'une adresse IPv6.
3. Composition des adresses.
 - 3.1. Les types d'adresses.
 - 3.2. Les adresses unicast.
 - 3.3. Les préfixes
4. Les identifiants d'interface.
 - 4.1. Identifiant automatique au format EUI-64.
 - 4.2. Valeur manuelle.
 - 4.3. Valeur distribuée.
 - 4.4. Valeur cryptographique.
5. Exercices.
 - 5.1. Simplification d'écriture des adresses.
 - 5.2. Expansion d'écriture des adresses.
 - 5.3. Donnez identifiants EUI64 d'après les adresses MAC suivantes.
 - 5.4. Adresse de lien local.
 - 5.5. Adresse globale.

Ressources :

<https://cisco.goffinet.org/adressage-ipv6/>

1. IPV6, les grandes lignes.

Une adresse IPv6 est longue de 128 bits, soit 16 octets, contre 32 bits pour IPv4. On dispose ainsi d'environ $3,4 \times 10^{38}$ adresses.

Cela équivaut à un nombre illimité puisque théoriquement on dispose d'assez d'adresses pour connecter plus de 667 millions de milliards d'appareils sur chaque millimètre carré de surface terrestre (y compris les déserts, océans et zones non habitables).

Le problème de saturation du plan d'adressage IPv4 est donc résolu.

En plus, IPv6 s'affranchit de quelques difficultés d'IPv4 comme les lenteurs de routage liées notamment aux translations d'adresses local/public (NAT/PAT), et d'autres.

2. Format des adresses.

2.1. Le format des adresses.

Prenons l'exemple d'une adresse. Comme toute information numérique, celle-ci est codée en binaire :

```
11111110 10000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00010011 01010111 00000000 00000000  
00000000 00100111 10001100 00010000 00000000 00010011
```

Pas simple à lire, à retenir ou à diffuser...

Pour simplifier toute donnée binaire, on a souvent recours à des bases plus simples :

la base 10 (comme pour les adresses IPv4 telle que 192.168.1.254),

la base 16 comme pour les codes couleurs (65CD67 est un joli vert "jeune aiguille de Mélèze").

Pour IPv6 l'écriture décimale donnerait, en supposant que l'on code déciment par octet comme en IPv4 :

```
254.128.0.0.0.0.19.127.0.0.0.47.204.16.0.19
```

Ce n'est pas encore assez simple...

En fait, il a été choisi d'exprimer les adresses IPv6 en **hexadécimal**, en créant des blocs de 4 chiffres hexa :

```
fe80:0000:0000:1357:0000:0027:8410:0013
```

2.2. L'écriture simplifiée d'une adresse IPv6.

En raison de la jeunesse de ce protocole, encore en phase de maturation et peu utilisé, en raison du nombre encore limité de nœuds adressés (l'avenir promet une explosion des connexions, avec les objets connectés, la domotique, ...), de nombreux 0 composent ces adresses.

Par souci de simplicité, il est possible de les retirer, sous certaines conditions :

① il est possible de supprimer tous les 0 non significatifs, sans laisser de bloc vide. Un bloc sera donc au minimum :0:

Exemple :

```
fe80:0000:0000:1357:0000:0027:8410:0013 devient fe80:0:0:1357:0:27:8410:13
```

On a toujours le même nombre de blocs. Pour retrouver une adresse complète il suffit de compléter chaque bloc par autant de 0 à gauche que nécessaires.

```
fe80:0000:0000:1357:0000:0027:8410:0013 devient fe80::1357:0000:0027:8410:0013
```

② il est possible de retirer un ou plusieurs blocs nuls successifs :0: et de remplacer le tout par :: un seul bloc de ce type peut exister par adresse.

```
fe80:0:0:1357:0:27:8410:13 devient fe80::1357:0:27:8410:13
```

Le nombre de bloc est sûrement inférieur à 8. Dans ce cas pour reconstituer l'adresse complète il faut rajouter autant de blocs nuls que nécessaires à la place du bloc vide ::

Exercice :

2001:0DB8:1000:0000:0000:1234:0000:0001 devient **2001:DB8:1000::1234:0:1**

fe80:0000:0000:bb30:0000:9f98:0041:8095 devient **fe80::bb30:0:9f98:41:8095**

fc00::5:0:fe:5f0 devient **fc00:0000:0000:0000:0005:0000:00fe:05f0**

3. Composition des adresses.

Les adresses IPv6 sont découpées en deux parties :

- la moitié de gauche est appelée le préfixe.
- la moitié de droite est l'identifiant de l'interface.

Le préfixe est déterminé par le type d'adresse...

3.1. Les types d'adresses.

IPv6 définit trois types d'adresses :

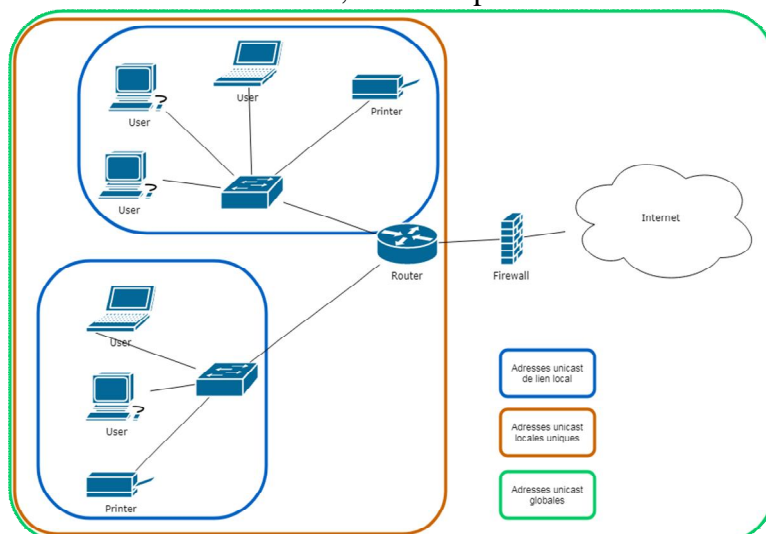
- **Unicast** : une adresse unicast désigne une interface unique. Un paquet envoyé à une adresse unicast est délivré à **une seule interface**.
- **Anycast** : Une adresse anycast désigne aussi un groupe d'interfaces, mais un paquet dont l'adresse de destination est une adresse anycast est acheminé à un élément du groupe et non à tous, généralement **l'élément le plus proche**. Cet adressage est expérimental.
- **Multicast** : une adresse multicast désigne un groupe d'interfaces appartenant généralement à des nœuds différents et pouvant être situés partout sur Internet. Un paquet dont l'adresse de destination est multicast est acheminé à **toutes les interfaces** membres du groupe.

Une même interface peut avoir plusieurs adresses de types éventuellement différents (unicast, anycast et multicast).

3.2. Les adresses unicast.

Une interface réseau possède alors une voire plusieurs adresses unicast, avec des portées différentes :

- Les adresses "**unicast de lien local**" ne passent pas les routeurs, même internes : la portée de l'adresse est donc le segment Ethernet ou VLAN.
- Les adresses "**unicast locales uniques**" ne sont pas routables sur Internet : la portée de l'adresse est donc le réseau local.
- Les adresses "**unicast globales**" ou "globales d'ensemble Unicast" sont routables sur Internet : la portée de l'adresse est donc internet.



3.3. Les préfixes

Type de préfixe	préfixe en binaire	préfixe en IPv6 CIDR
multicast	1111 1111	ff00::/8
unicast lien local	1111 1110 10	fe80::/10
unicast locale unique	1111 110	fc00::/7
unicast globale* * et anycast	001	De 2000::/7 à 3fff::/7, par défaut 2001

Tous les bits manquant pour obtenir un entête de 64 bits sont utilisables pour déclarer les sous réseaux.

4. Les identifiants d'interface.

Il existe 4 méthodes pour déterminer l'identifiant d'une interface :

- EUI-64
- Valeur manuelle
- Valeur distribuée
- Valeur cryptographique

4.1. Identifiant automatique au format EUI-64.

Les identifiants EUI-64 sont basés sur l'adresse MAC avec deux modifications :

① de MAC vers EUI-48 : inversion du 7 bits en partant de la gauche :

une adresse MAC 00-18-18-83-25-01 devient 0218-1883-2501
une adresse MAC 74-86-7A-68-D6-AA devient 7686-7A68-D6AA

② de EUI-48 vers EUI-64 : Ajout FFFE entre l'identifiant constructeur et l'identifiant de l'interface (en plein milieu) :

une adresse EUI-48 0218-1883-2501 devient 0218:18FF:FE83:2501
une adresse EUI-48 7686-7A68-D6AA devient 7686:7AFF:FE68:D6AA

C'est cette adresse EUI-64 qui composera l'identifiant de l'interface, seconde moitié de l'adresse IPv6.

4.2. Valeur manuelle.

N'importe quelle valeur sur 64 bits, exprimée en hexadécimel, pourra être utilisée pour l'identifiant de l'interface, en faisant attention à ne pas générer de doublon en fonction de l'entête, dans le segment, ou dans le réseau local ou dans le contexte global.

Cela revient au même que la gestion des IP fixes en IPv4, ce qui est destiné aux tous petits réseaux.

4.3. Valeur distribuée.

L'utilisation d'un serveur DHCP rend la gestion des adresses locales plus simple. A condition de bien gérer son serveur ☺. Toutefois, un changement de carte réseau sur un serveur contraint à modifier la réservation IP dans le serveur DHCP.

4.4. Valeur cryptographique.

Cette valeur est déterminée automatiquement à partir d'une clé publique du certificat RSA de la machine. Tant que le certificat n'est pas modifié, l'identifiant de l'interface est stable.

5. Exercices.

5.1. Simplification d'écriture des adresses.

Simplifiez les adresses suivantes :

fe80:0000:0000:0000:0000:4cff:fe4f:4f50	fe80:4cff:fe4f:4f50
2001:0688:1f80:2000:0203:ffff:0018:ef1e	2001:688:1f80:2000:203:ffff:18:ef1e
2001:0688:1f80:0000:0203:ffff:4c18:00e0	2001:0688:1f80::203:ffff:4c18:e0
3cd0:0000:0000:0000:0040:0000:0000:0cf0	3cd0::40:0:0:0cf0 3cd0:0:0:0:40::0cf0

5.2. Expansion d'écriture des adresses.

Donner la forme "expansée" des adresses suivantes :

fec0:0:0:ffff::1	fec0:0000:0000:ffff:0000:0000:0000:0001
fe80::1	fe80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
fe80::4cd2:ffa1::1	Adresse incorrecte

5.3. Donnez identifiants EUI64 d'après les adresses MAC suivantes.

02-00-4c-4f-4f-50	0000:4cff:fe4f:4f50
00-03-ff-18-cf-1e	0203:ffff:fe18:cf1e

5.4. Adresse unicast de lien local.

A partir des adresses mac précédentes, construire les adresses unicast lien local auto configurées.

02-00-4c-4f-4f-50	FE80::4cff:fe4f:4f50
00-03-ff-18-cf-1e	FE80::203:ffff:fe18:cf1e

5.5. Adresse unicast globale.

Quelles seraient les adresses "unicast globale" correspondantes si le préfixe global distribué par le fournisseur d'accès est 2a01:5d8:ccf1:4/64 ?

02-00-4c-4f-4f-50	2a01:5d8:ccf1:4::4cff:fe4f:4f50
00-03-ff-18-cf-1e	2a01:5d8:ccf1:4:203:ffff:fe18:cf1e