

IPv6

Contre la saturation d'Internet

IPv4

- 4 octets (1 octet = 8 bits)
- 2^{8*4} adresses $\Rightarrow 2^{32} \Rightarrow 4\ 294\ 967\ 296$ IP en théorie
- Saturation des tables de routage des routeurs

IPv4 / IPv6

- IPv6 : 8 valeurs hexadécimales de 16 bits chacunes
- IPv4 : 2^{8*4} adresses $\Rightarrow 2^{32} \Rightarrow 4\,294\,967\,296$ IP en théorie (4 milliards d'adresses = 4×10^9 IP)
- IPv6 : $2^{16*8} \Rightarrow 2^{128}$ (codé sur 128 bits)
 $\Rightarrow 3,4 \times 10^{38}$ IP : nb d'adresses théorique
- Amélioration de la sécurité en IPv6 (authentification et confidentialité)

IPv6

Une nouvelle notation a été définie pour décrire les adresses IPv6 de 16 octets. Elle comprend 8 groupes de 4 chiffres hexadécimaux séparés avec le symbole deux-points.

Par exemple :

8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF /CIDR

IPv6 : optimisation

Une nouvelle notation a été définie pour décrire les adresses IPv6 de 16 octets. Elle comprend 8 groupes de 4 chiffres hexadécimaux séparés avec le symbole deux-points.

Par exemple :

8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

Les zéro d'un groupe peuvent être omis, comme par exemple 0123 qui peut s'écrire 123. Ensuite, un ou plusieurs groupes de 4 zéros consécutifs peuvent être remplacés par un double deux-points. Attention, ce processus ne peut se faire qu'une seule fois sur une adresse donnée.

C'est ainsi que l'adresse ci-dessus devient :

8000:::123:4567:89AB:CDEF

IPv6 : optimisation

Une nouvelle notation a été définie pour décrire les adresses IPv6 de 16 octets. Elle comprend 8 groupes de 4 chiffres hexadécimaux séparés avec le symbole deux-points.

Par exemple :

8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

Les zéro d'un groupe peuvent être omis, comme par exemple 0123 qui peut s'écrire 123. Ensuite, un ou plusieurs groupes de 4 zéros consécutifs peuvent être remplacés par un double deux-points. Attention, ce processus ne peut se faire qu'une seule fois sur une adresse donnée.

C'est ainsi que l'adresse ci-dessus devient :

8000:::123:4567:89AB:CDEF

Par exemple :

2001:0db8:0000:0000:0000:abcd:def0:1234

Devient

2001:db8:0:0:0:abcd:def0:1234

Qui devient

2001:db8::abcd:def0:1234

IPv6 : optimisation

Par exemple :

2001:0db8:0000:0000:0000:abcd:def0:1234

Devient

2001:db8:0:0:0:abcd:def0:1234

Qui devient

2001:db8::abcd:def0:1234

Cette notation indique aux interpréteurs de remplacer ce double symbole par autant de zéros qu'il n'en faut pour arriver aux 128 bits nécessaires, sur la totalité de l'adresse donnée.

Par souci d'unicité des possibilités d'extension, le double deux-points ne peut être utilisé qu'à un seul endroit dans l'adresse

IPv6 : Le CIDR

L'IPv6 utilise exclusivement les préfixes et la notation CIDR avec le slash et le masque, déjà utilisés en IPv4.

Ainsi, pour un préfixe sur 60 bits tel que `2001:0db8:0000:ba3 :`

`2001` = 16 bits ; `0bd8` = 16 bits ; `0000` = 16 bits ; `ba3` = 12 bits

32 bits

48 bits

60 bits

On peut obtenir 3 écritures différentes :

`2001:0db8::ba30:0:0:0/60`

ou

`2001:db8:0:ba30::/60`

ou encore

`2001:0db8:0000:ba30:0000:0000:0000:0000/60`

IPv6 : Le port

Avec les adresses IPv4, il est possible d'accéder à un port particulier d'une adresse IPv4.

Par exemple, ma chaudière est accessible en 192.168.1.18:65001.

192.168.1.18 est l'adresse IPv4 sur mon réseau local de ma Rpi

65001 est le port que j'ai ouvert qui héberge le site de pilotage de ma chaudière

Avec les adresses IPv6, il existe le même mécanisme mais la notation est légèrement différente :

Par exemple :

[2001:db8::abcd:def0:1234]:8080

ou

[2001:db8::abcd:def0:1234]:/etc/passwd

IPv6 intègre l'IPv4

Les adresses IPv4 peuvent être écrites en utilisant la représentation de l'adresse en notation décimale pointée précédée d'un double deux-points, comme par exemple :

::192.31.254.46

Exercices

Simplifier les adresses suivantes :

- 1) fe80:0000:0000:0000:0000:4cff:fe4f:4f50
- 2) 2001:0688:1f80:2000:0203:ffff:0018:ef1e
- 3) 2001:0688:1f80:0000:0203:ffff:4c18:00e0
- 4) 3cd0:0000:0000:0000:0000:0040:0000:0cf0
- 5) 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
- 6) 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Donner la forme "expansée" des adresses suivantes

- 7) fec0:0:0:ffff::1
- 8) fe80::1
- 9) fe80::4cd2:ffa1:0:1

Donnez la plage d'adresses des exemples suivants

- 10) 2001:db8:1f89::/48
- 11) 2000::/3

À partir du réseau ci-dessous, donnez les différentes plages d'adresses IPv6 des sous-réseaux disponibles avec un CIDR de 56 bits

- 12) **2001:db8::/40**

2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0000 -
à
2001:0db8:0000:00ff:ffff:ffff:ffff:ffff

1^{er} sous-réseau

2001:0db8:0000:0100:0000:0000:0000:0000 -
à
2001:0db8:0000:01ff:ffff:ffff:ffff:ffff

2nd sous-réseau

2001:0db8:0000:0200:0000:0000:0000:0000 -
à
2001:0db8:0000:02ff:ffff:ffff:ffff:ffff

3^{ème} Sous-réseau

....

255^{ème} sous-réseau

2001:0db8:0000:fe00:0000:0000:0000:0000 -
à
2001:0db8:0000:feff:ffff:ffff:ffff:ffff

256^{ème} sous-réseau

2001:0db8:0000:ff00:0000:0000:0000:0000 -
à
2001:0db8:0000:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff

Quelques bonnes pratiques

- **Préfixes de 64 bits pour les réseaux** : Conformément à la RFC 4291, toutes les adresses unicast qui ne sont pas des liens d'interconnexion devraient utiliser un préfixe de 64 bits.
- **Utilisation du EUI-64** : Ces adresses devraient également utiliser l'identifiant d'interface (EUI-64 formé depuis l'EUI-48 correspondant à l'adresse MAC) pour former les 64 derniers bits, avec l'autoconfiguration stateless.
- **Préfixes /48 pour les sites** : Un site (un bâtiment, un étage, campus, AS, interco, etc.) devrait utiliser systématiquement un /48.
- **Un /48 pour les adresses de l'infrastructure** : Le premier ou le dernier /48 devrait être réservé pour l'infrastructure (boucles locales, interconnexions, etc.).
- **Adresses de loopback** : Les adresses de boucle locale devraient utiliser un préfixe /128 , provenant du premier /64 du /48 réservé pour l'infrastructure.
- **Liens d'interconnexion** : Malgré la recommandation d'utiliser les identifiants d'interface, un autre /64 du préfixe réservé à l'infrastructure devrait servir pour tailler des /127 destinés aux liens d'interconnexion. Comme décrit dans la section 5 de la RFC 6164, cette façon de faire évite le problème du ping-pong entre deux routeurs qui tentent de se renvoyer un paquet à destination d'une adresse de leur réseau mais qui ne correspond à aucune des deux adresses. La seconde raison concerne le cache des neighbors, qui risque de se faire polluer par des adresses qui restent en cours de résolution, jusqu'à ce que la mémoire soit pleine (cette attaque n'est pas spécifique aux interconnexions, mais elles y sont particulièrement sensibles à cause du volume de leurs trafics). Enfin, certains préfèrent utiliser un /64 pour obtenir des adresses courtes x:x:x:x::1 et x:x:x:x::2.

Quelques bonnes pratiques

- **Taille des préfixes égales par niveau** : Chaque niveau de la hiérarchie de l'adressage devrait avoir le même préfixe. Cette recommandation semblait aussi naturelle en IPv4, mais était souvent contournée pour découper un maximum les préfixes afin d'adresser des sites plus petits que d'autres dans le but de faire des économies.
- **Numéro de VLAN dans les préfixes** : Ajouter le numéro de VLAN dans l'adresse semble être une pratique courante : pour un site qui a le préfixe 2001:db8:42::/48, une machine dans le VLAN 201 aura pour préfixe 2001:db8:42:201.
- **Adresses de lien local pour les routeurs** : La RFC 4861 impose aux interfaces des routeurs de proposer une adresse de lien local, et celle-ci devrait toujours être utilisée pour les désigner lors de la création des routes sur le lien local (elles sont utilisées automatiquement lorsque c'est l'autoconfiguration stateless qui découvre la passerelle).
- **Adresse anycast des routeurs** : Les interfaces des routeurs devraient utiliser l'adresse anycast correspondant au préfixe du réseau (l'ancienne « adresse du réseau », par exemple 2001:db8:201::/64) pour permettre de les retrouver facilement.
- **Sous-réseaux par nibble** : Les caractères hexadécimaux (nibbles) ne devraient jamais être à l'intersection entre les bits de réseau et d'hôte. En d'autres termes, le préfixe devrait toujours être un multiple de quatre, et les sous-réseaux devraient varier en fonction d'un seul caractère :
2001:db8:1000::/36
2001:db8:2000::/36
2001:db8:3000::/36
Plutôt que :
2001:db8:800::/37
2001:db8:1000::/37
2001:db8:1800::/37

Quelques possibilités (blagues) :

- dead beef babe f00d caca b00b bad bed d00d
- cafe:deca
- 2a03:2880:10:1f02:face:b00c:0:25 (facebook)

En IPv4 : ping

En IPv6 : ping6 ::1 (localhost)