

IPv6

■ ■ ■ Adressage

1 – Simplifiez l'écriture des adresses suivantes :

fe80:0000:0000:0000:4cff: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	2001:688:1f80::203:ffff:4c18:e0
3cd0:0000:0000:0000:0040:0000:0cf0	3cd0::40:0000:cf0
0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000	::
0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001	::1

Donnez la notation étendue 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	C'est une mauvaise adresse !

2 – En fonction du préfixe, identifiez le type de ces adresses :

fe80::4c00:fe4f:4f50	adresse unicast de lien, c-à-d limitée au réseau local (FE80::/10)
2001:618:1f80:2010:203:ffff:b118:ef1e	adresse unicast de portée globale
fec0:0:0:ffff::1	adresse unicast de site (FEC0::/7) (n'est plus valide)
ff02::1	adresse multicast désignant tous les nœuds du lien local
fe80::1	adresse unicast de lien
fc01:1:1:1	adresse unicast de réseau privée (ULA FC00::/7), limitée au site
2002::203:ffff:b118:ef1e	adresse unicast de portée globale

3 – Adresses réseaux :

- L'adresse 3001:2:1:2::4cfe est-elle une adresse globale ? *oui (conforme à l'IANA 2000::/3)*
- En fonction de la longueur de leur préfixe donner le réseau d'appartenance de ces adresses :
 - ◇ 2001:88:1f80::203:ffff:4c18:ffe1/64 ⇒ 2001:88:1f80::/64
 - ◇ 2001:bb76:7878:2::1/56 ⇒ 2001:bb76:7878::1/56
- Une entreprise reçoit d'un opérateur le préfixe 2001:688:1f80::/48 combien de sous réseaux peut-elle créer ? *Elle peut créer $2^{16} = 65536$ sous réseaux.*

4 – À partir des adresses MAC suivantes, construisez les adresses de « lien local » auto configurées :

- 02-00-4c-4f-4f-50 ⇒ fe80::4cff:fe4f:4f50/64
- 00-03-ff-18-cf-1e ⇒ fe80::203:ffff:fe18:cf1e/64

Quelles seraient les adresses « globales » correspondantes si le préfixe global distribué par le fournisseur d'accès est 2a01:5d8:ccf1:4::/64 ? *2a01:5d8:ccf1:4:0:4cff:fe4f:4f50/64 et 2a01:5d8:ccf1:4:203:ffff:fe18:cf1e*

5 – Quelle est la portée des adresses Ipv6 multicast suivantes ?

- a. ff02::1 ⇒ portée «lien local» (bits 0010), correspond à une adresse multicast désignant les routeurs.
- b. ff02::1:ff1a:ef1e ⇒ portée «lien local», correspond à une adresse de sollicitation d'un voisin, «neighbor discovery».

Quelle est la valeur du dernier bit du champs Lifetime, appelé «T», «Transient» (RFC 3513), de l'adresse IPv6 multicast ff02::2 ? Le bit «T» est à 0 et il s'agit d'adresses permanentes de multicast (gérées par/pour le système). Ici, elle correspond à une annonce de préfixe de la part d'un routeur.

Donnez les adresses Mac multicast correspondant aux adresses IPv6 multicast précédentes.

- ff02::1 ⇒ 33:33:00:00:00:01;
- ff02::1:ff1a:ef1e ⇒ 33:33:ff:1a:ef:1e;
- ff02::2 ⇒ 33:33:00:00:00:02.

6 – Analysez les trames suivantes :

```
0000  00 11 DE AD BE EF 00 26 BB 15 8E C5 86 DD 60 00  .....&.....`
0010  00 00 00 2C 06 40 FE 80 00 00 00 00 00 00 02 26  ...., .@.....&
0020  BB FF FE 15 8E C5 FE 80 00 00 00 00 00 00 02 11  .....
0030  DE FF FE AD BE EF C2 76 00 16 CF 14 7B E3 00 00  .....v....{...
0040  00 00 B0 02 FF FF B8 8A 00 00 02 04 05 A0 01 03  .....
0050  03 01 01 01 08 0A 04 03 86 51 00 00 00 00 04 02  .....Q.....
0060  00 00  ..
```

Ce qui donne sous forme condensée Scapy :

```
<Ether dst=00:11:de:ad:be:ef src=00:26:bb:15:8e:c5 type=0x86dd |
<IPv6 version=6L tc=0L fl=0L nh=TCP hlim=64 src=fe80::226:bbff:fe15:8ec5 dst=fe80::211:deff:fead:beef |
<TCP sport=49782 dport=ssh seq=3474226147 ack=0 dataofs=11L reserved=0L flags=S window=65535 chksum=0xb88a
urgptr=0 options=[('MSS', 1440), ('NOP', None), ('WScale', 1), ('NOP', None), ('NOP', None),
('Timestamp', (67339857, 0)), ('SAckOK', ''), ('EOL', None)] |>>>
```

Un segment TCP de demande de connexion vers le port 22 entre machines sur le lien local.

```
0000  00 0C 29 9C B3 33 00 B0 D0 86 BB F7 86 DD 60 00  ..)...3.....
```

Ce qui donne sous forme condensée Scapy :

```
<Ether dst=00:0c:29:9c:b3:33 src=00:b0:d0:86:bb:f7 type=0x86dd |
<IPv6 version=6L tc=0L fl=0L nh=Fragment Header hlim=64
src=5f06:b500:c02c:4400:1::f830:4f80 dst=5f06:b500:c02c:4400:2:1a00:200c:7a34 |
<IPv6ExtHdrFragment nh=UDP res1=2L offset=0L res2=0L m=1L id=1334 |
<UDP sport=search_agent dport=complex_link len=3508 chksum=0xb8bf |
<Raw load=' !"#%&\'()*+,-./0123456789:;<=?@ABCDEFGH' |>>>>
```

Un fragment d'un datagramme UDP entre adresses globales.

```
0000  00 0C 29 9C B3 33 00 B0 D0 86 BB F7 86 DD 60 00  ..)...3.....`
0010  00 00 00 2A 3A 40 FE 80 00 00 00 00 00 00 02 00  ...*:@.....
0020  E8 FF FE 65 DF 9A FE 80 00 00 00 00 00 00 02 50  ...e.....P
0030  04 FF FE 0E 17 93 80 00 A4 ED 68 39 01 00 67 29  .....h9..g)
0040  3A 3E F7 FF 0A 00 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11  :>.....
0050  12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 20  .....
```

Ce qui donne sous forme condensée Scapy :

```
<Ether dst=00:0c:29:9c:b3:33 src=00:b0:d0:86:bb:f7 type=0x86dd |
<IPv6 version=6L tc=0L fl=0L nh=ICMPv6 hlim=64 src=fe80::200:e8ff:fe65:df9a dst=fe80::250:4ff:fe0e:1793 |
<ICMPv6EchoRequest type=Echo Request code=0 cksum=0xa4ed id=0x6839 seq=0x100
data='g')>\xf7\xff\n\x00\x08\t\n\x0b\x0c\r\n\x0e\x0f\x10\x11\x12\x13\x14\x15\x16\x17\x18\x19\x1a\x1b\x1c\x1d\x1e\x1f
' |>>>
```

Un «echo-request» échangé sur le lien local (le «ping»).

■ ■ ■ Plan d'adressage et IPv6

7 – Conception du plan d'adressage :

- a. Combien de « locations », de « types » et de sous-réseaux peuvent-ils être créés ?
La somme du nombre de bits L, T et B doit être égale à 16 : $nb_bits_L + nb_bits_T + nb_bits_B = 16$
Par exemple, si $nb_bits_L = 4$ et $nb_bits_T = 4$ et $nb_bits_B = 8$ on peut créer $2^4 = 16$ « locations », $2^4 = 16$ « types » et $2^8 = 256$ sous-réseaux.
- b. Pourquoi, lors de la création de sous-réseau, il faut d'abord s'occuper de la « localisation », bits « L », avant l'usage, bits « T » ?
- ◇ *faciliter le routage en réduisant les tables de routages : toutes les routes vers un même lieu sont regroupées ;*
 - ◇ *les différentes locations sont indépendantes et peuvent s'administrer de manière autonome*
- c. Est-ce que s'occuper d'abord de l'usage pourrait avoir des avantages ?
faciliter l'établissement de règles de firewall (policy) en fonction des usages mais cela demande plus d'effort aux routeurs avec des tables de routage plus complexes.

- 8 – a. Appliquez cette méthode en utilisant la règle de **localisation** sur le réseau suivant en complétant le tableau :

Nombre de « Locations »	3 groupes
Backbone ou autre infrastructure	1 groupe
Réseaux non localisés (accès extérieurs)	1 groupe
Futures évolutions	2 groupes
Total	7 groupes

Donnez la répartition finale des adresses IPv6 en bits « L », « T » et « B ».

Pour numéroté 7 groupes, il faut au moins 3 bits ($2^3 = 8$).

La répartition est :

2001:db8:1234:	L	L	L	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

On pourra créer dans chacune de ces 7 « locations », $2^{13} = 8192$ sous-réseaux.

- b. Utilisez cette méthode en utilisant la règle **d'usage** sur le réseau suivant en complétant le tableau :

Nombre de « Types »	5 groupes
Backbone ou autre infrastructure	1 groupe
Futures évolutions	3 groupes (juste pour varier la valeur finale)
Total	9 groupes

Donnez la répartition finale des adresses IPv6 en bits « L », « T » et « B ».

Pour numéroté 9 groupes, il faut au moins 4 bits ($2^4 = 16$) et la répartition est :

2001:db8:1234:	T	T	T	T	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

On pourra créer pour chacun de ces 9 « types », $2^{12} = 4096$ sous-réseaux.

- c. Sur le réseau de la question (b), donnez la répartition des adresses en bits « L », « T » et « B » en combinant les règles de localisation et de type, tout en privilégiant la règle de localisation (les bits « L » au début).

En privilégiant la localisation, la répartition est :

2001:db8:1234:	L	L	L	T	T	T	T	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

On pourra créer $2^9 = 512$ sous-réseaux pour chaque localisation combiné à chaque type.

- d. Faites de même en privilégiant la règle de type (les bits « T » au début).

En privilégiant le type, la répartition est :

2001:db8:1234:	T	T	T	T	L	L	L	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

Transposition des VLANS

9 – Réalisez la transposition **hexadécimale** et **décimale inverse** pour les numéros de VLAN 517 et 3845. En *décimale inverse* :

VLAN number	Location	Use type	IPv6 hexadecimal
0517	05	17	2001:db8:1234:1705::/64
3845	38	45	2001:db8:1234:4538::/64

- 517 \Rightarrow 0x205 en hexadécimal ;
- 3845 \Rightarrow 0xf05 en hexadécimal.

En hexadécimal :

VLAN number	Location	Use type	IPv6 hexadecimal
0517 (205)	2	05	2001:db8:1234:0052::/64
3845 (f05)	f	05	2001:db8:1234:005f::/64

Pour des raisons de simplification d'écriture et de manipulation, on essaye de regrouper les bits des adresses par groupe de 4 (un digit en hexadécimal) :

2001:db8:1234:	L	L	L	T	T	T	T	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

devient :

2001:db8:1234:	L	L	L	L	T	T	T	T	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

Ce qui donne une nouvelle forme de notation sur 4bits : 2001:db8:1234:LTBB::/64.

10 – **Attention** : On choisira d'appliquer la méthode « à l'ancienne » sur les questions b) et c), c-à-d en utilisant un nombre de bits.

Sur un réseau organisé suivant la règle du type, on obtient les informations suivantes :

Nombre de « Types »	4
Backbone ou autre infrastructure	1
Total	5

a. avec le préfixe 2001:db8:1234::/48 donnez la répartition finale des adresses IPv6 en bits « T » et « B » .

Il faut 3 bits ($2^3 = 8$) pour les bits « T », on obtient la répartition :

2001:db8:1234:	T	T	T	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

b. complétez le tableau suivant en indiquant les adresses réseaux :

Use type (T)	Assignable (B)	Network
Infrastructure (0)	0	2001:db8:1234:0000::/64
Infrastructure (0)	1	2001:db8:1234:0001::/64
Infrastructure (0)	12	2001:db8:1234:000c::/64
Infrastructure (0)	100	2001:db8:1234:0064::/64
Students (1)	0	2001:db8:1234:2000::/64
Students (1)	12	2001:db8:1234:200c::/64
Students (1)	321	2001:db8:1234:2141::/64

c. On introduit une règle de localisation avec 35 localisations possibles :

◊ donnez la nouvelle répartition finale des adresses IPv6 en bits « L », « T » et « B » .

Il faut 6 bits ($2^6 = 64$) pour les bits « L », on obtient la répartition :

2001:db8:1234:	T	T	T	L	L	L	L	L	L	B	B	B	B	B	B	B	B	::/64
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

- ◇ Complétez le nouveau tableau suivant avec les adresses réseaux obtenues :

Use type	Location	Assignable	Network
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	0	2001:db8:1234:0000::/64
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	1	2001:db8:1234:0001::/64
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	2	2001:db8:1234:0002::/64
Infrastructure (0)	Location (1)	0	2001:db8:1234:0080::/64
Infrastructure (0)	Location (35)	0	2001:db8:1234:1180::/64
Students (1)	Non-location-based (0)	0	2001:db8:1234:2000::/64
Students (1)	Location (1)	12	2001:db8:1234:208c::/64
Students (1)	Location (35)	9	2001:db8:1234:3189::/64

- d. On veut utiliser une « simplification d'écriture » sur le réseau précédent (localisation/type) :

- ◇ donnez la nouvelle répartition finale des adresses IPv6 en bits « L », « T » et « B » ;

Il faut :

- 3 bits on obtient la répartition : pour les bits « T », mais en arrondissant par groupe de 4 bits (pour une notation sous forme de « digit » hexadécimaux), on utilise 4 bits ;
- 6 bits on obtient la répartition : pour les bits « L », mais en arrondissant par groupe de 4 bits (pour une notation sous forme de « digit » hexadécimaux), on utilise 8 bits ;

on obtient la répartition :

2001:db8:1234:	T	L	L	B	::/64
----------------	---	---	---	---	-------

- ◇ Complétez le nouveau tableau suivant avec les adresses réseaux obtenues :

Use type	Location	Assignable	Network
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	0	2001:db8:1234:0000::/64
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	1	2001:db8:1234:0001::/64
Infrastructure (0)	Non-location-based (0)	2	2001:db8:1234:0002::/64
Infrastructure (0)	Location (1)	0	2001:db8:1234:0010::/64
Infrastructure (0)	Location (35)	0	2001:db8:1234:0230::/64
Students (1)	Non-location-based (0)	0	2001:db8:1234:1000::/64
Students (1)	Location (1)	12	2001:db8:1234:101c::/64
Students (1)	Location (35)	9	2001:db8:1234:1239::/64