

IPv6 et vous

IPv6 et vous

1. Bonjour

IPv6 et vous

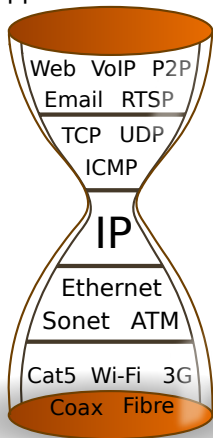
1. Bonjour
2. Exposé mêlant technique et stratégie (la stratégie, c'est ce qu'on fait quand on ne comprend pas la technique)

IPv6 et vous

1. Bonjour
2. Exposé mêlant technique et stratégie (la stratégie, c'est ce qu'on fait quand on ne comprend pas la technique)
3. L'auteur : Stéphane Bortzmeyer
stephane+ipv6@bortzmeyer.org, a envoyé son premier paquet IPv6 en 1998

Qu'est-ce que c'est qu'IPv6

Petit rappel sur le modèle en couches



applications over IP

IP over everything, all

Autres points importants de l'Internet

Autres points importants de l'Internet

- ▶ Alice peut parler à Bob directement,

Autres points importants de l'Internet

- ▶ Alice peut parler à Bob directement,
- ▶ Les intermédiaires (GAFA. . .) ne sont **pas** nécessaires,

Autres points importants de l'Internet

- ▶ Alice peut parler à Bob directement,
- ▶ Les intermédiaires (GAFA. . .) ne sont **pas** nécessaires,
- ▶ Cela nécessite qu'Alice puisse **désigner** (nommer) la machine de Bob : l'adresse IP (198.51.100.72)

Autres points importants de l'Internet

- ▶ Alice peut parler à Bob directement,
- ▶ Les intermédiaires (GAFA. . .) ne sont **pas** nécessaires,
- ▶ Cela nécessite qu'Alice puisse **désigner** (nommer) la machine de Bob : l'adresse IP (198.51.100.72)
- ▶ Pouvoir être joint n'est pas que pour héberger un serveur à la maison : pair-à-pair, voix sur IP. . .

Autres points importants de l'Internet

- ▶ Alice peut parler à Bob directement,
- ▶ Les intermédiaires (GAFA. . .) ne sont **pas** nécessaires,
- ▶ Cela nécessite qu'Alice puisse **désigner** (nommer) la machine de Bob : l'adresse IP (198.51.100.72)
- ▶ Pouvoir être joint n'est pas que pour héberger un serveur à la maison : pair-à-pair, voix sur IP. . .
- ▶ Et tout le monde utilise le même protocole, de Google à vous.

Qu'est-ce qu'IPv4 ?

Qu'est-ce qu'IPv4 ?

1. Version actuelle du protocole IP,

Qu'est-ce qu'IPv4 ?

1. Version actuelle du protocole IP,
2. Les adresses IP sont à la fois des **identificateurs** et des **localisateurs**,

Qu'est-ce qu'IPv4 ?

1. Version actuelle du protocole IP,
2. Les adresses IP sont à la fois des **identificateurs** et des **localisateurs**,
3. Les adresses IP sont sur 32 bits (et, hélas, 1 000 fois hélas, les applications le savent et le manipulent).

L'en-tête IPv4

```
Internet Protocol Version 4, Src: 204.62.14.153 (204.62.14.153), Dst: 106.186.29.14
  Version: 4
  Header Length: 20 bytes
  Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Codepoint))
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not-ECT (Not ECN-Codepoint)
  Total Length: 60
  Identification: 0x8586 (34182)
  Flags: 0x02 (Don't Fragment)
    0... .... = Reserved bit: Not set
    .1.. .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
  Protocol: TCP (6)
  Header checksum: 0x5296 [validation disabled]
  Source: 204.62.14.153 (204.62.14.153)
  Destination: 106.186.29.14 (106.186.29.14)
```


Qu'est-ce qui coince dans IPv4

- ▶ Espace d'adressage trop petit (de un ordinateur par entreprise à un par personne, puis désormais à plusieurs par personne),

Qu'est-ce qui coince dans IPv4

- ▶ Espace d'adressage trop petit (de un ordinateur par entreprise à un par personne, puis désormais à plusieurs par personne),
- ▶ Et pas mal de petits détails (difficulté à analyser les options IP).

Au passage

Une notion importante est celle de **préfixe** d'adresses IP.

Au passage

Une notion importante est celle de **préfixe** d'adresses IP.

- ▶ Bien des services ne traitent pas les adresses IP individuellement mais par un préfixe

Au passage

Une notion importante est celle de **préfixe** d'adresses IP.

- ▶ Bien des services ne traitent pas les adresses IP individuellement mais par un préfixe
- ▶ On note la longueur du préfixe après le préfixe.

Au passage

Une notion importante est celle de **préfixe** d'adresses IP.

- ▶ Bien des services ne traitent pas les adresses IP individuellement mais par un préfixe
- ▶ On note la longueur du préfixe après le préfixe.
- ▶ Exemple : 198.18.0.0/26 a une longueur de 26 bits. Restent 6 bits pour spécifier.

Au passage

Une notion importante est celle de **préfixe** d'adresses IP.

- ▶ Bien des services ne traitent pas les adresses IP individuellement mais par un préfixe
- ▶ On note la longueur du préfixe après le préfixe.
- ▶ Exemple : 198.18.0.0/26 a une longueur de 26 bits. Restent 6 bits pour spécifier.
- ▶ Les préfixes servent pour le routage, l'allocation d'adresses, les ACL...

Épuisement IPv4

Épuisement IPv4

1. L'IANA a distribué les derniers /8 le 3 février 2011,

Épuisement IPv4

1. L'IANA a distribué les derniers /8 le 3 février 2011,
2. Le RIPE-NCC est passé en mode « dernier /8 » le 14 septembre 2012,

Épuisement IPv4

1. L'IANA a distribué les derniers /8 le 3 février 2011,
2. Le RIPE-NCC est passé en mode « dernier /8 » le 14 septembre 2012,
3. Le seul RIR qui n'est pas passé en mode pénurie est Afrinic.

Le changement de modèle

Aujourd'hui, la taille du sablier est plus haute. Ce n'est plus IP qui unifie tout.

On peut dire qu'on a un sablier déformé, où le point le plus étroit, l'unificateur, est HTTP.

Le changement de modèle, suite

Le changement de modèle, suite

- ▶ De plus en plus difficile d'avoir un accès Internet (capacité d'être appelé) : NAT et, pire, CGN, *middleboxes*...

Le changement de modèle, suite

- ▶ De plus en plus difficile d'avoir un accès Internet (capacité d'être appelé) : NAT et, pire, CGN, *middleboxes*. . .
- ▶ Cela fait la joie des organisations du passé (État, CSA, ayant-trop-de-droits. . .) qui veulent qu'on passe obligatoirement par de grosses plate-formes.

Histoire d'IPv6

Histoire d'IPv6

1. 1994 Groupe de travail IETF ipng *IP Next Generation*

Histoire d'IPv6

1. 1994 Groupe de travail IETF ipng *IP Next Generation*
2. 1995, RFC 1752, qui recommande SIPP, le futur IPv6

Histoire d'IPv6

1. 1994 Groupe de travail IETF ipng *IP Next Generation*
2. 1995, RFC 1752, qui recommande SIPP, le futur IPv6
3. 1995, RFC 1883, première norme IPv6

Histoire d'IPv6

1. 1994 Groupe de travail IETF ipng *IP Next Generation*
2. 1995, RFC 1752, qui recommande SIPP, le futur IPv6
3. 1995, RFC 1883, première norme IPv6
4. 2013, optimiste, l'IETF crée un groupe de travail sunset4, chargé de la disparition d'IPv4. . .

Ma seule contribution

<http://marc.info/?l=ipng&m=98731901415295&w=1> sur les problèmes de MTU minimum

The values are:

MTU:	Number of hosts	Comments
1500:	2229	Maximum available for that survey
1006:	64	Typical SLIP line
576:	16	X25 or LocalTalk
1478:	11	
1010:	7	
572:	5	
512:	5	Netbios is the only possibility listed in RFC
1492:	5	IEEE 802.3
296:	5	Recommended value in RFC 1191 for slow lines
68:	3	Lowest possible value. Who uses it???

IPv6 en un slaïde

IPv6 en un slaïde

- ▶ Adresses sur 128 bits,

IPv6 en un slide

- ▶ Adresses sur 128 bits,
- ▶ Format d'en-têtes complètement différent, avec moins de champs (pas très utile à savoir, sauf si vous programmez un routeur ou un noyau),

IPv6 en un slide

- ▶ Adresses sur 128 bits,
- ▶ Format d'en-têtes complètement différent, avec moins de champs (pas très utile à savoir, sauf si vous programmez un routeur ou un noyau),
- ▶ Et c'est quasiment tout. Aucune raison d'en faire tout un fromage pour retarder la transition.

Le nouvel en-tête

Internet Protocol Version 6, Src: 2605:4500:2:245b::bad:dcaf (2605:4500:f03c:91ff:fe69:60d3)

0110 = Version: 6

.... 0000 0000 = Traffic class: 0x00000000

.... 0000 00.. = Differentiated Service

.... ..0. = ECN-Capable Transport

.... ..0 = ECN-CE: Not set

.... .. 0000 0000 0000 0000 0000 = Flowlabel: 0x00000000

Payload length: 40

Next header: TCP (6)

Hop limit: 64

Source: 2605:4500:2:245b::bad:dcaf (2605:4500:2:245b::bad:dcaf)

Destination: 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3 (2400:8900::f03c:91ff:f

Autres détails

Autres détails

- ▶ Adresses « locales au lien » (`fe80::30a4:e1ff:fa71:37a3`),

Autres détails

- ▶ Adresses « locales au lien » (fe80::30a4:e1ff:fa71:37a3),
- ▶ Autoconfiguration sans état (préfixe du réseau + valeur aléatoire).

Autres détails

- ▶ Adresses « locales au lien » (fe80::30a4:e1ff:fa71:37a3),
- ▶ Autoconfiguration sans état (préfixe du réseau + valeur aléatoire).
- ▶ Des changements de noms, pour des protocoles qui restent très proches (ARP devient NDP)

Points communs entre IPv4 et IPv6

Points communs entre IPv4 et IPv6

- ▶ IPv6 est IP : les principes de base sont les mêmes,

Points communs entre IPv4 et IPv6

- ▶ IPv6 est IP : les principes de base sont les mêmes,
- ▶ Par exemple, l'adresse reste double, identificateur et localisateur,

Points communs entre IPv4 et IPv6

- ▶ IPv6 est IP : les principes de base sont les mêmes,
- ▶ Par exemple, l'adresse reste double, identificateur et localisateur,
- ▶ Options pénibles à analyser
<http://www.bortzmeyer.org/analyse-pcap-ipv6.html>,

Points communs entre IPv4 et IPv6

- ▶ IPv6 est IP : les principes de base sont les mêmes,
- ▶ Par exemple, l'adresse reste double, identificateur et localisateur,
- ▶ Options pénibles à analyser
<http://www.bortzmeyer.org/analyse-pcap-ipv6.html>,
- ▶ Le routage est le même, etc.

Points communs entre IPv4 et IPv6

- ▶ IPv6 est IP : les principes de base sont les mêmes,
- ▶ Par exemple, l'adresse reste double, identificateur et localisateur,
- ▶ Options pénibles à analyser
<http://www.bortzmeyer.org/analyse-pcap-ipv6.html>,
- ▶ Le routage est le même, etc.

Les deux protocoles ont plus de points communs que de différences.

Différences entre IPv4 et IPv6

Différences entre IPv4 et IPv6

- ▶ La taille a des conséquences : par exemple, tester toutes les adresses IPv4 de l'Internet est aujourd'hui trivial, le faire même sur un réseau local en IPv6 est difficile.

Différences entre IPv4 et IPv6

- ▶ La taille a des conséquences : par exemple, tester toutes les adresses IPv4 de l'Internet est aujourd'hui trivial, le faire même sur un réseau local en IPv6 est difficile.
- ▶ Certaines techniques naïves ne marchent plus : exemple d'un IPAM (gestion d'adresses allouées) qui créait une entrée par adresse IP dans sa base de données. Avec un préfixe IPv6, ça coince.

Démos

```
% ping6 -c 2 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3
PING 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3(2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3) 56
64 bytes from 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3: icmp_seq=1 ttl=50 time=17
64 bytes from 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3: icmp_seq=2 ttl=50 time=17

--- 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 177.252/177.540/177.829/0.510 ms
```


Demos, suite

```
% traceroute6 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3
traceroute to 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3 (2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3)
 1 2605:4500:2::2 (2605:4500:2::2) 0.689 ms 0.373 ms 0.340 ms
 2 ge-7-19.car2.Newark1.Level3.net (2001:1900:2100::1861) 1.145 ms 1.145 ms 1.145 ms
 3 vl-4080.car1.Newark1.Level3.net (2001:1900:4:1::c1) 62.986 ms 108.528 ms 108.528 ms
 4 2001:1900:4:1::ce (2001:1900:4:1::ce) 1.425 ms 1.528 ms 1.532 ms
 5 vl-4080.car1.NewYork1.Level3.net (2001:1900:4:1::e1) 20.961 ms 20.961 ms 20.961 ms
 6 vl-4040.edge1.SanJose1.Level3.net (2001:1900:4:1::5d) 70.061 ms 70.061 ms 70.061 ms
 7 vl-80.edge1.SanJose2.Level3.net (2001:1900:1a:7::13) 71.934 ms 71.934 ms 71.934 ms
 8 KDDI-AMERIC.edge1.SanJose2.Level3.net (2001:1900:2100::2d2) 96.569 ms 96.569 ms 96.569 ms
 9 2001:268:fb81:34::1 (2001:268:fb81:34::1) 76.435 ms 76.569 ms 144.144 ms
10 6otejbb206.int-gw.kddi.ne.jp (2001:268:fb02:163::1) 168.468 ms 168.468 ms 168.468 ms
11 6cm-fcu203.int-gw.kddi.ne.jp (2001:268:fb13:1::3) 184.429 ms 177.177 ms 177.177 ms
12 2001:268:f702:6c::2 (2001:268:f702:6c::2) 178.637 ms 178.413 ms 178.413 ms
13 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3 (2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3) 178.413 ms 178.413 ms 178.413 ms
```

Démos, suite de la suite

```
17:04:40.986991 IP6 2605:4500:2:245b::bad:dcaf.47969 > \  
    2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3.https: \  
    Flags [S], seq 2640915157, win 28800, options [mss 1440,sackO  
17:04:41.170705 IP6 2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3.https > \  
    2605:4500:2:245b::bad:dcaf.47969: \  
    Flags [S.], seq 438365710, ack 2640915158, win 28560, options  
17:04:41.170773 IP6 2605:4500:2:245b::bad:dcaf.47969 > \  
    2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3.https: \  
    Flags [.] , ack 1, win 450, options [nop,nop,TS val 1146137616  
17:04:41.171956 IP6 2605:4500:2:245b::bad:dcaf.47969 > \  
    2400:8900::f03c:91ff:fe69:60d3.https: \  
    Flags [P.], seq 1:33, ack 1, win 450, options [nop,nop,TS val
```

Démos, fin

```
% ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast st
link/ether 52:54:00:d9:83:b3 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
inet 204.62.14.153/24 brd 204.62.14.255 scope global eth0
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 2605:4500:2:245b::bad:dcaf/64 scope global
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 2605:4500:2:245b::42/64 scope global
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fe80::5054:ff:fed9:83b3/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

Pourquoi IPv6 est important

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ?

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.
- ▶ Parce qu'il résout le problème de la pénurie d'adresses ?

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.
- ▶ Parce qu'il résout le problème de la pénurie d'adresses ? Vrai, mais d'autres techniques le font (CGN...)

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.
- ▶ Parce qu'il résout le problème de la pénurie d'adresses ? Vrai, mais d'autres techniques le font (CGN...)
- ▶ IPv6 est important car :

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.
- ▶ Parce qu'il résout le problème de la pénurie d'adresses ? Vrai, mais d'autres techniques le font (CGN...)
- ▶ IPv6 est important car :
 1. Il simplifie beaucoup l'Internet en revenant à un modèle simple (débugage plus facile, écriture d'applications aussi)

Pourquoi IPv6 est important

- ▶ Parce qu'il rétablit « le modèle de bout en bout » ? Vrai mais un peu abstrait.
- ▶ Parce qu'il résout le problème de la pénurie d'adresses ? Vrai, mais d'autres techniques le font (CGN...)
- ▶ IPv6 est important car :
 1. Il simplifie beaucoup l'Internet en revenant à un modèle simple (débugage plus facile, écriture d'applications aussi)
 2. Il donne à tous le même accès, au contraire du modèle telco-minitélien où des terminaux passifs se connectent au « contenu ».

Exposé aux RMLL à Montpellier de Julien Vaubourg

Voyez et revoyez la vidéo : excellent exposé sur IPv6, sous l'angle politique.

Les telcos trainent à déployer IPv6 car il permet tout ce qu'ils détestent (serveurs à la maison, pair à pair...)

<https://2014.rml1.info/conference56?lang=fr>

Autre bonne lecture en ligne : <http://roland.entierement.nu/blog/2007/12/23/ipv6-pourquoi.html>

S'il ne faut qu'un seul argument en faveur d'IPv6

IPv6, c'est le vrai Internet

M. Michu peut émettre et recevoir sans intermédiaire.

Transition

Transition

- ▶ Quizz : de quand date le dernier *flag day* de l'Internet, où tout a été changé d'un coup ?

Transition

- ▶ Quizz : de quand date le dernier *flag day* de l'Internet, où tout a été changé d'un coup ?
- ▶ 1^{er} janvier 1983, déploiement d'IPv4 (et séparation IP/TCP en prime).

Transition

- ▶ Quizz : de quand date le dernier *flag day* de l'Internet, où tout a été changé d'un coup ?
- ▶ 1^{er} janvier 1983, déploiement d'IPv4 (et séparation IP/TCP en prime).
- ▶ On ne peut plus changer tout l'Internet d'un coup : il faut une transition.

Transition

- ▶ Quizz : de quand date le dernier *flag day* de l'Internet, où tout a été changé d'un coup ?
- ▶ 1^{er} janvier 1983, déploiement d'IPv4 (et séparation IP/TCP en prime).
- ▶ On ne peut plus changer tout l'Internet d'un coup : il faut une transition.
- ▶ Il faut pouvoir vivre dans un réseau mixte (IPv4 et IPv6).

Les techniques de transition

Elles sont nombreuses, parce qu'elles traitent des cas différents

<http://www.bortzmeyer.org/transition-ipv6-gilde.html>

Les techniques de transition

Elles sont nombreuses, parce qu'elles traitent des cas différents

<http://www.bortzmeyer.org/transition-ipv6-gilde.html>

- ▶ Connecter deux réseaux IPv6 au-dessus d'IPv4 : tunnels (de préférence manuels, je déconseille 6to4 et Teredo), ou bien 6rd

Les techniques de transition

Elles sont nombreuses, parce qu'elles traitent des cas différents

<http://www.bortzmeyer.org/transition-ipv6-gilde.html>

- ▶ Connecter deux réseaux IPv6 au-dessus d'IPv4 : tunnels (de préférence manuels, je déconseille 6to4 et Teredo), ou bien 6rd
- ▶ Connecter un réseau purement IPv6 à des serveurs IPv4 : NAT64 (et DNS64)

Les techniques de transition

Elles sont nombreuses, parce qu'elles traitent des cas différents

<http://www.bortzmeyer.org/transition-ipv6-gilde.html>

- ▶ Connecter deux réseaux IPv6 au-dessus d'IPv4 : tunnels (de préférence manuels, je déconseille 6to4 et Teredo), ou bien 6rd
- ▶ Connecter un réseau purement IPv6 à des serveurs IPv4 : NAT64 (et DNS64)
- ▶ Connecter des réseaux IPv4 au dessus d'IPv6 : DS-Lite

Les techniques de transition

Elles sont nombreuses, parce qu'elles traitent des cas différents

<http://www.bortzmeyer.org/transition-ipv6-gilde.html>

- ▶ Connecter deux réseaux IPv6 au-dessus d'IPv4 : tunnels (de préférence manuels, je déconseille 6to4 et Teredo), ou bien 6rd
- ▶ Connecter un réseau purement IPv6 à des serveurs IPv4 : NAT64 (et DNS64)
- ▶ Connecter des réseaux IPv4 au dessus d'IPv6 : DS-Lite
- ▶ Techniques complexes et fragiles : le mieux reste la connexion native

Sécurité

`http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html`

Sécurité

`http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html`

- ▶ Le plus gros mensonge des zéloteurs d'IPv6 : meilleure sécurité car IPsec inclus (c'est faux).

Sécurité

<http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html>

- ▶ Le plus gros mensonge des zéloteurs d'IPv6 : meilleure sécurité car IPsec inclus (c'est faux).
- ▶ Du point de vue sécurité, IPv6 et IPv4 sont très proches : pas d'authentification de l'adresse source, pas de sécurité de la résolution IP→MAC, pas de chiffrement par défaut. . .

Sécurité

<http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html>

- ▶ Le plus gros mensonge des zéloteurs d'IPv6 : meilleure sécurité car IPsec inclus (c'est faux).
- ▶ Du point de vue sécurité, IPv6 et IPv4 sont très proches : pas d'authentification de l'adresse source, pas de sécurité de la résolution IP→MAC, pas de chiffrement par défaut. . .
- ▶ La sécurité applicative est évidemment la même.

Sécurité

<http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html>

- ▶ Le plus gros mensonge des zéloteurs d'IPv6 : meilleure sécurité car IPsec inclus (c'est faux).
- ▶ Du point de vue sécurité, IPv6 et IPv4 sont très proches : pas d'authentification de l'adresse source, pas de sécurité de la résolution IP→MAC, pas de chiffrement par défaut. . .
- ▶ La sécurité applicative est évidemment la même.
- ▶ Rappel : le NAT n'est pas une technique de sécurité.

Sécurité

<http://www.bortzmeyer.org/ipv6-securite.html>

- ▶ Le plus gros mensonge des zéloteurs d'IPv6 : meilleure sécurité car IPsec inclus (c'est faux).
- ▶ Du point de vue sécurité, IPv6 et IPv4 sont très proches : pas d'authentification de l'adresse source, pas de sécurité de la résolution IP→MAC, pas de chiffrement par défaut. . .
- ▶ La sécurité applicative est évidemment la même.
- ▶ Rappel : le NAT n'est pas une technique de sécurité.
- ▶ Certaines différences avec IPv4 ont des conséquences pour la sécurité

<http://www.bortzmeyer.org/hacking-ipv6.html>

IPv6 et les applications

Et les programmeurs d'applications, que deviennent-ils ?

<http://www.bortzmeyer.org/>

[network-high-level-programming.html](http://www.bortzmeyer.org/network-high-level-programming.html)



IPv6 et les applications

Et les programmeurs d'applications, que deviennent-ils ?

<http://www.bortzmeyer.org/>

[network-high-level-programming.html](http://www.bortzmeyer.org/network-high-level-programming.html)

- ▶ C'est certainement l'une des principales raisons du faible déploiement d'IPv6 : les applications manipulent des adresses IP et connaissent leur taille

IPv6 et les applications

Et les programmeurs d'applications, que deviennent-ils ?

<http://www.bortzmeyer.org/>

[network-high-level-programming.html](http://www.bortzmeyer.org/network-high-level-programming.html)

- ▶ C'est certainement l'une des principales raisons du faible déploiement d'IPv6 : les applications manipulent des adresses IP et connaissent leur taille
- ▶ En C, ne mettez **pas** une adresse IP dans un `unsigned int`, utilisez les `struct sockaddr`. <http://www.bortzmeyer.org/ip-data-structures.html>. Ne mettez pas des `AF_INET` partout sans raison.

IPv6 et les applications

Et les programmeurs d'applications, que deviennent-ils ?

`http://www.bortzmeyer.org/
network-high-level-programming.html`

- ▶ C'est certainement l'une des principales raisons du faible déploiement d'IPv6 : les applications manipulent des adresses IP et connaissent leur taille
- ▶ En C, ne mettez **pas** une adresse IP dans un `unsigned int`, utilisez les `struct sockaddr`. `http://www.bortzmeyer.org/ip-data-structures.html`. Ne mettez pas des `AF_INET` partout sans raison.
- ▶ Moins un problème dans les langages de haut niveau : `urllib.urlopen("http://rest.example.com/myapi/")` (Python) marche avec IPv4 et IPv6

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

- ▶ Le pourcentage de paquets IPv6. Mais à quel endroit du réseau ? Chez Google ? Akamai ? Chez moi ? Sur un point d'échange ?

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

- ▶ Le pourcentage de paquets IPv6. Mais à quel endroit du réseau ? Chez Google ? Akamai ? Chez moi ? Sur un point d'échange ?
- ▶ Le pourcentage de sites Web qui ont une adresse IPv6 ? Par rapport au top N d'Alexa ? Dans un TLD donné ?

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

- ▶ Le pourcentage de paquets IPv6. Mais à quel endroit du réseau ? Chez Google ? Akamai ? Chez moi ? Sur un point d'échange ?
- ▶ Le pourcentage de sites Web qui ont une adresse IPv6 ? Par rapport au top N d'Alexa ? Dans un TLD donné ?
- ▶ Le pourcentage d'utilisateurs qui ont un accès IPv6 à la maison ?

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

- ▶ Le pourcentage de paquets IPv6. Mais à quel endroit du réseau ? Chez Google ? Akamai ? Chez moi ? Sur un point d'échange ?
- ▶ Le pourcentage de sites Web qui ont une adresse IPv6 ? Par rapport au top N d'Alexa ? Dans un TLD donné ?
- ▶ Le pourcentage d'utilisateurs qui ont un accès IPv6 à la maison ?
- ▶ Le pourcentage d'applications/systèmes qui sont IPv6isés ?

État actuel du déploiement d'IPv6

Il est difficile à mesurer car tout dépend de ce qu'on mesure

- ▶ Le pourcentage de paquets IPv6. Mais à quel endroit du réseau ? Chez Google ? Akamai ? Chez moi ? Sur un point d'échange ?
- ▶ Le pourcentage de sites Web qui ont une adresse IPv6 ? Par rapport au top N d'Alexa ? Dans un TLD donné ?
- ▶ Le pourcentage d'utilisateurs qui ont un accès IPv6 à la maison ?
- ▶ Le pourcentage d'applications/systèmes qui sont IPv6isés ?
- ▶ Le pourcentage de préfixes IPv6 dans les annonces BGP de la DFZ ?

Statistiques du trafic Google

`http://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html`

`https:`

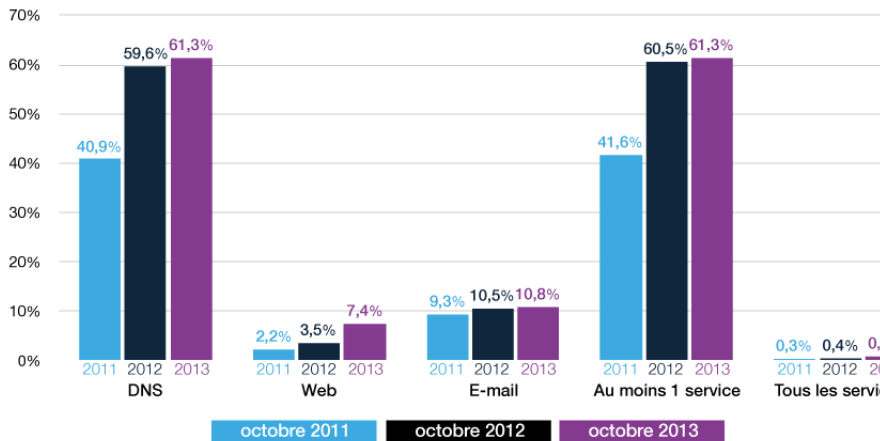
`//www.ietf.org/proceedings/73/slides/v6ops-4.pdf` 5,5 %
d'IPv6 en France, 11 % aux États-Unis...

Statistiques AFNIC dans .fr

<http://www.afnic.fr/fr/l-afnic-en-bref/actualites/actualites-generales/7428/show/2013-un-palier-pour-le-deploiement-d-ipv6-1.html> « Le pourcentage de noms de domaine en .fr possédant au moins un serveur DNS adressé en IPv6 est passé de 40,9 % en 2011, à 59,6 % en 2012, pour atteindre 61.3 % en 2013. Les serveurs Web ont enregistré la meilleure progression (+ 3 points), mais ils demeurent néanmoins moins déployés (à 7,4 %) derrière les serveurs de messagerie (10.75 %). »

Statistiques AFNIC dans .fr

Pourcentage de noms de domaine en .fr possédant au moins un serveur (DNS, web ou e-mail) dont l'adresse est en IPv6 (octobre 2011 - octobre 2013)



Autres métriques

Autres métriques

- ▶ Combien de FAI proposent IPv6 ? (En France, Renater, Nerim, Free, SFR - fibre seulement, fédération FDN, OVH. . .)

Autres métriques

- ▶ Combien de FAI proposent IPv6 ? (En France, Renater, Nerim, Free, SFR - fibre seulement, fédération FDN, OVH. . .)
- ▶ Combien d'hébergeurs proposent IPv6 ? (En France, Gandi, OVH, Online mais évidemment pas le cloude souverain. . .)

Autres métriques

- ▶ Combien de FAI proposent IPv6 ? (En France, Renater, Nerim, Free, SFR - fibre seulement, fédération FDN, OVH. . .)
- ▶ Combien d'hébergeurs proposent IPv6 ? (En France, Gandi, OVH, Online mais évidemment pas le cloude souverain. . .)
- ▶ Combien de formations IP intègrent IPv6 (et pas juste comme un exposé d'une heure à la fin de l'année ?)

Pourquoi pas plus de déploiement ?

Pourquoi pas plus de déploiement ?

- ▶ La raison principale est économique/business : celui qui déploie IPv6 assume tous les coûts alors que les coûts du non-déploiement (complexité des applications pour contourner le NAT, par exemple) sont partagés.

Pourquoi pas plus de déploiement ?

- ▶ La raison principale est économique/business : celui qui déploie IPv6 assume tous les coûts alors que les coûts du non-déploiement (complexité des applications pour contourner le NAT, par exemple) sont partagés.
- ▶ C'est un problème très fréquent en écologie (pollution, par exemple) <http://www.bortzmeyer.org/ipv6-et-1-echec-du-marche.html>

Pourquoi pas plus de déploiement ?

- ▶ La raison principale est économique/business : celui qui déploie IPv6 assume tous les coûts alors que les coûts du non-déploiement (complexité des applications pour contourner le NAT, par exemple) sont partagés.
- ▶ C'est un problème très fréquent en écologie (pollution, par exemple) <http://www.bortzmeyer.org/ipv6-et-1-echec-du-marche.html>
- ▶ Cela pose une intéressante question de gouvernance : peut-on encore faire évoluer l'Internet ou bien est-il trop ossifié ?

Conclusion

Conclusion

- ▶ Je ne vais pas me lancer dans des pronostics, je suis nul dans ce domaine.

Conclusion

- ▶ Je ne vais pas me lancer dans des pronostics, je suis nul dans ce domaine.
- ▶ Je vais plutôt dire que le déploiement d'IPv6 est **important** et doit être encouragé. Le travail avant les pronostics !