

19/10/2013

Introduction à IPv6

Introduction à IPv6

- Objectif de la présentation : se familiariser avec les nouveaux concepts et l'adressage IPv6
- Motivations du développement d'IPv6
- Description et comparaison avec IPv4
- Adressage IPv6
- IPv6 et DNS
- Méthodes d'accès à l'internet IPv6

Motivation de la transition vers IPv6

- En principe : une adresse IP publique par machine connectée à internet
- Mais pénurie d'adresses publiques IPv4
- En pratique : attribution d'une adresse publique par connexion et utilisation d'adresses privées en combinaison avec les techniques de translation d'adresse NAT (Network Address Translation)
- Mais le NAT présente des inconvénients

Inconvénients du NAT

- ajoute de la complexité
- casse la connectivité de bout en bout
- perturbe certains protocoles et applications :
 - protocoles FTP, SIP, H.323, RTSP...
 - applications peer-to-peer au sens large : messagerie instantanée, échange de fichiers, jeux en réseau...
 - IPSec incompatible avec la modification des paquets

Contourner les inconvénients du NAT

- Techniques pour contourner les inconvénients
 - NAT « intelligent »
 - redirection de ports
 - mode passif FTP
 - STUN pour la VoIP
 - Hamaichi pour les jeux
 - NAT-T pour IPSec
- Mais : cela ajoute encore de la complexité

Motivations d'IPv6

- Agrandir l'espace d'adressage pour éviter le recours au NAT
- Corriger des défauts de conception d'IPv4 (simplifier l'en-tête, la gestion de la fragmentation et des checksums)
- Ajouter de nouvelles fonctionnalités
 - sécurité
 - mobilité
 - autoconfiguration

Description d'IPv6

- IPv6 reprend les fondements d'IPv4
 - transmission de paquets
 - connectivité de bout en bout
 - routage hiérarchique par préfixe de proche en proche
 - protocoles de transport TCP, UDP...
- Mais formats d'en-tête de paquet différents
- Pas de compatibilité de la couche réseau
- IPv4 et IPv6 sont traités comme deux protocoles différents (principe de « double pile »)

Comparaison IPv4 - IPv6

	IPv4	IPv6
Ethertype	0x0800	0x86dd
Taille d'adresse	32 bits	128 bits
Taille de préfixe de sous-réseau	Variable /8 à /31	Fixe /64 pour SLAAC
Taille de paquet minimum	68 octets	1280 octets
Taille de l'en-tête IP	Variable 20 à 60 octets	Fixe 40 octets + extensions

Comparaison IPv4 - IPv6

- Suppression des adresses de broadcast
- Remplacement du broadcast par du multicast
- Evolution d'ICMP en ICMPv6
- Remplacement d'ARP par NDP « Neighbor Discovery Protocol », un sous-ensemble d'ICMPv6
- Remplacement d'IGMP (gestion des groupes multicast) par un sous-ensemble d'ICMPv6
- Renommage du champ TTL (Time To Live) de l'en-tête IPv6 en HL (Hop Limit)

Comparaison IPv4 - IPv6

- Suppression de la fragmentation des paquets par les routeurs intermédiaires et généralisation de Path MTU Discovery (PMTUD)
- Les protocoles de transport (TCP, UDP, SCTP...) et les protocoles applicatifs (HTTP, FTP, SSH, DNS...) restent inchangés ou avec des adaptations minimales.

Neighbor Discovery

- 5 types de messages ICMPv6
 - Neighbor Solicitation (~ requête ARP)
 - Neighbor Advertisement (~ réponse ARP)
 - Router Solicitation
 - Router Advertisement
 - Redirect
- Sert à la résolution d'adresse et l'autoconfiguration
- Utilise des adresses multicast IPv6 et ethernet
- Extensions SEND (Secure ND)

Adressage IPv6

- Représentation textuelle des adresses et préfixes IPv6
- Visibilité (« scope ») des adresses
- Types d'adresses
- Description de l'espace d'adressage

Notation hexadécimale

décimal	hexa	binaire	décimal	hexa	binaire
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

Représentation des adresses IPv6

- Représentation d'une adresse de 128 bits sous forme de 8 groupes de 4 chiffres hexa (16 bits) séparés par « : »

2001:0db8:0000:cafe:0000:0000:0000:fade

- Représentation compacte

- On peut supprimer les zéros en début de groupe

2001:0db8:0000:cafe:0000:0000:0000:fade

2001:db8:0:cafe:0:0:0:fade

- On peut remplacer une suite de groupes à 0 par « :: »

2001:db8:0:cafe:0:0:0:fade

2001:db8:0:cafe::fade

Représentation des adresses IPv6

- Représentation embarquant une adresse IPv4
 - `::ffff:192.0.2.1 = 0:0:0:0:0:ffff:c000:0201`
- Représentation entre [] dans les URL
 - `http://[2001:db8::123:4567:89ab:cdef]:80/`
- Représentation embarquant l'interface avec une adresse link-local
 - `fe80::2e0:29ff:fe04:b661%eth0` (Linux, BSD)
 - `fe80::2e0:29ff:fe04:b661%5` (Windows)

Visibilité et types d'adresses

- Visibilité (ou « scope »)
 - hôte (host)
 - lien (link local)
 - site (site local – abandonné et remplacé par ULA)
 - global
- Types
 - unicast
 - multicast
 - anycast

Adresses unicast

- adresse indéfinie (unspecified)
 - $0:0:0:0:0:0:0:0 = ::$
- adresse d'hôte local (localhost, loopback)
 - $0:0:0:0:0:0:0:1 = ::1$
- adresses compatibles IPv4
 - $0:0:0:0:0:0:x.y.z.t/96 = ::x.y.z.t/96$
- adresses mappées en IPv4
 - $0:0:0:0:0:0:ffff:x.y.z.t/96 = ::ffff:x.y.z.t/96$

Adresses globales unicast

- actuellement allouées
 - 2000::/3
- adresses Teredo
 - 2001::/32
- adresses d'exemple et documentation
 - 2001:db8::/32
- adresses 6to4
 - 2002::/16
- adresses anciennement allouées au 6bone
 - 3ffe::/16 et 5f00::/8

Autres adresses unicast

- Adresses locales unique (ULA)
 - fc00::/7
- Adresses link-local unicast
 - fe80::/10
- Adresses site-local (obsolètes, remplacées par ULA)
 - fec0::/10
- Tout l'espace IPv6
 - ::/0

Adresses locales uniques (ULA)

- plage fc00::/7 (fd00::/8 actuellement)
- usage équivalent aux adresses privées IPv4
10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16
- un préfixe /48 par site (65536 sous-réseaux)
- 2^{41} soit 2000 milliards de préfixes créés par un algorithme pseudo-aléatoire
- but : éviter les collisions d'adresses entre sites
- générateur : <http://www.kame.net/~suz/gen-ula.html>

Adresses link-local unicast

- préfixe fe80::/10
- les 64 bits de droite sont constitués de l'EUI-64 modifié dérivé de l'adresse MAC de l'interface
- adresses de service utilisées dans certains types ICMPv6 comme Neighbor Discovery
- exemple :
 - adresse MAC : 00:e0:29:04:b6:61
 - EUI-64 modifié : 02:e0:29:ff:fe:04:b6:61
 - adresse link-local : fe80::2e0:29ff:fe04:b661

Adresses multicast

- plage multicast ff00::/8
- adresses link-local multicast notables utilisées par Neighbor Discovery et Router Discovery :
 - ff02::1 : « all nodes » (hôtes et routeurs)
 - ff02::2 : « all routers » (routeurs seulement)
 - ff02::3 : défini à tort comme « all hosts » dans certains fichiers /etc/hosts, défini dans un draft mais non retenu dans le RFC final

Adresses anycast

- Définies dans l'espace unicast
- Exemple : l'adresse de sous-réseau constituée du préfixe du sous-réseau et de l'identificateur d'interface nul est une adresse anycast destinée à n'importe quel routeur directement connecté à ce sous-réseau

IPv6 et DNS

- Toujours dans la classe IN (Internet)
- Enregistrement d'adresse IPv6 : type AAAA
- Exemple :
`www.example.net. IN AAAA 2001:db8::123:4567:89ab:cdef`
- Enregistrement inverse (« reverse DNS ») : type PTR au format « nibble » sous ip6.arpa
- Exemple :
`f.e.d.c.b.a.9.8.7.6.5.4.3.2.1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8
.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa IN PTR www.example.net.`

IPv6 et DNS

- Anciens types et formats abandonnés :
 - enregistrement d'adresse de type A6
 - enregistrement inverse au format bitstring
 - zones inverses sous `ip6.int` (vieilles versions de glibc, Debian woody, patch IPv6 pour Windows 2000 SP1)
- Des enregistrements A et AAAA peuvent être définis pour un même nom de domaine
- Les autres types DNS (NS, MX...) ne sont pas impactés par IPv6 et restent inchangés

Méthodes d'accès à l'internet IPv6

- IPv6 natif par le FAI/hébergeur : ethernet, PPP...
- accès avec encapsulation IPv6 dans IPv4
 - tunnel point à point, tunnel broker
 - tunnel automatique 6to4
 - Teredo

FAI avec IPv6 natif

- Nerim : PPP en ADSL, ethernet ou IPoA en SDSL, préfixe /48
- Free dégroupé avec Freebox : tunnel 6rd avec préfixe /56, ethernet avec préfixe /64
- FDN : PPP
- Orange : expérimentation IPv6 sur PPP entre 2005 et 2007 terminée ; une offre IPv6 pour Orange Business serait prévue pour le 1e semestre 2009
- Autres ? (OVH, SFR...)

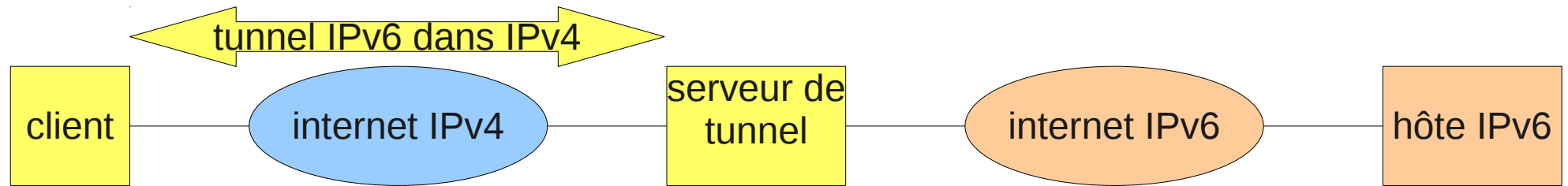
Hébergeurs avec IPv6 natif

- Dedibox : une seule adresse IPv6 autoconfigurée
- OVH : un (gros) bloc d'adresses (selon offre)
- Autres ?

Tunnel brokers

- Tunnel point à point transportant IPv6 dans IPv4
- Plusieurs protocoles d'établissement du tunnel et d'encapsulation :
 - 6in4 (protocole IP 41) IPv6 dans IPv4
 - AYIYA (Anything In Anything), IPv6 dans UDP
 - TIC (Tunnel Information and Control)
- Tunnels brokers :
 - SixXS
 - Hurricane Electric
 - Freenet/Hexago

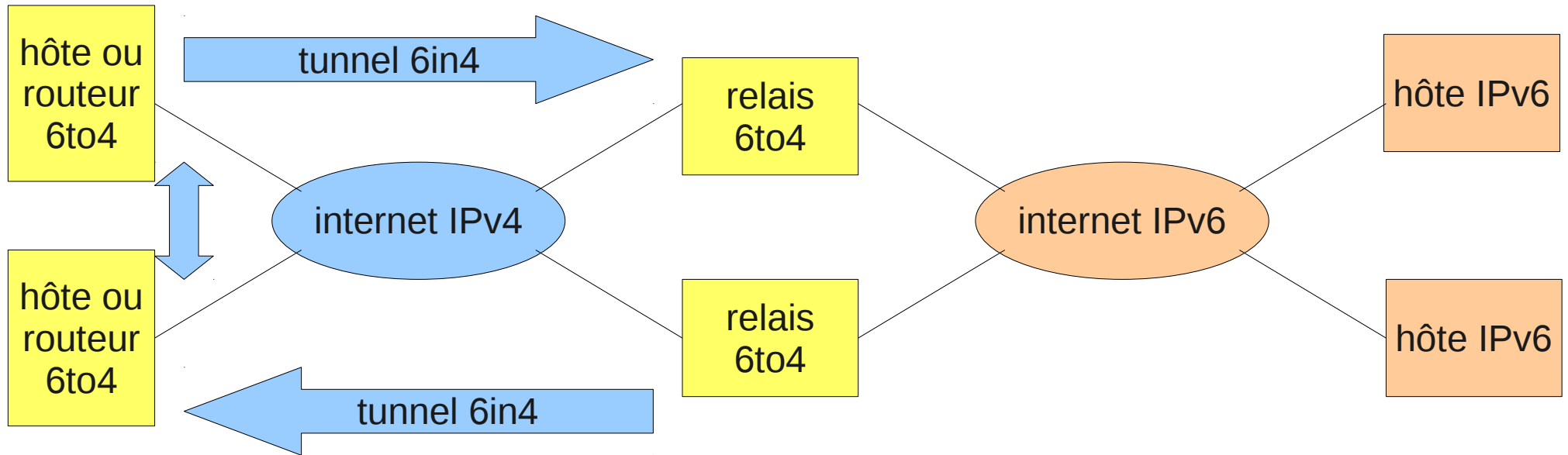
Tunnel point à point



Tunnel automatique 6to4

- Encapsulation 6in4 (protocole IP 41)
- Un préfixe IPv6 global 6to4 est associé à chaque adresse IPv4 publique : $2002:<adresseipv4>::/48$
- Un routeur 6to4 gère l'encapsulation pour un réseau 6to4
- Communication directe entre réseaux 6to4
- Communication entre un réseau 6to4 et un hôte IPv6 via un relais anycast 6to4 192.88.99.1

6to4



Teredo

- Encapsulation IPv6 dans UDP dans IPv4
- Une adresse IPv6 dans 2001::/32 est attribuée à chaque client Teredo, basée sur son adresse IPv4 publique, son port UDP et l'adresse IPv4 du serveur Teredo utilisé
- Protocole compliqué conçu pour traverser les pare-feu et NAT
- Intégré dans Windows Vista

Méthodes de configuration

- Configuration statique
 - Manuelle
 - Fichier de configuration
 - Network Manager
- Auto-configuration d'adresse sans état (SLAAC)
 - Adresse « permanente » basée sur l'adresse MAC
 - Adresses temporaires aléatoires
 - RDNSS
- DHCPv6

Filtrage de paquets IPv6

- Sous Linux : ip6tables
- Fonctionne globalement de la même façon qu'iptables pour le filtrage de paquets IPv4.
- Attention à ne pas bloquer tous les paquets ICMPv6 !
- Les types ICMPv6 utilisés par NDP sont indispensables pour le bon fonctionnement d'IPv6 sur un réseau local. D'autres types sont nécessaires pour la gestion des erreurs et de la fragmentation.

Si ça se trouve...

... vous utilisez déjà IPv6 sans le savoir !

- Si vous connectez votre PC au réseau local du CULTe de la maison des associations,
- Si votre PC a un système d'exploitation supportant IPv6,
- Si vous naviguez sur un site web accessible en Ipv6 comme ceux de Google, Debian, OpenSUSE...
- Alors vous utilisez IPv6 !

IPv6 et GNU/Linux

- Et maintenant, un peu de pratique.