

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...)

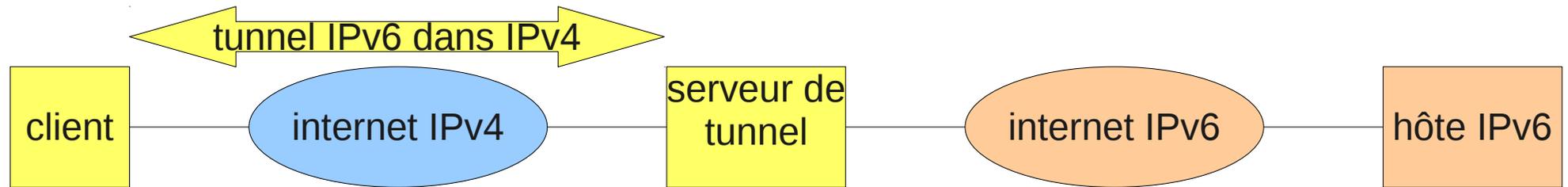
# Hébergeurs avec IPv6 natif

- 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

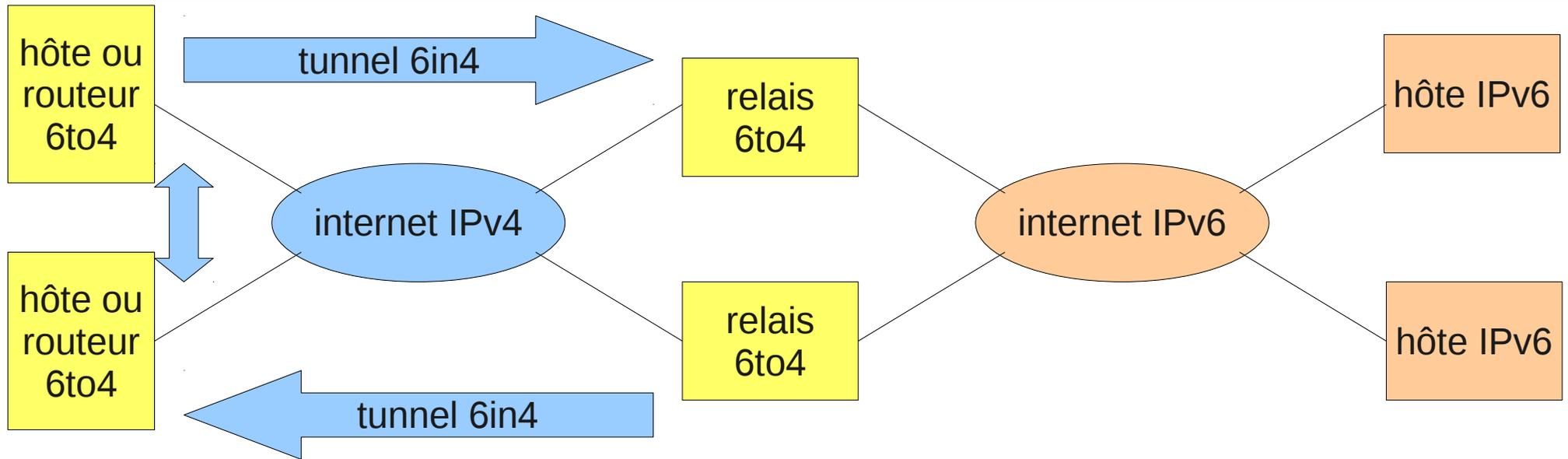
# Tunnel point à point



# 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.