

Tutoriel sur IPv6

JRES 2001,
10 décembre 2001

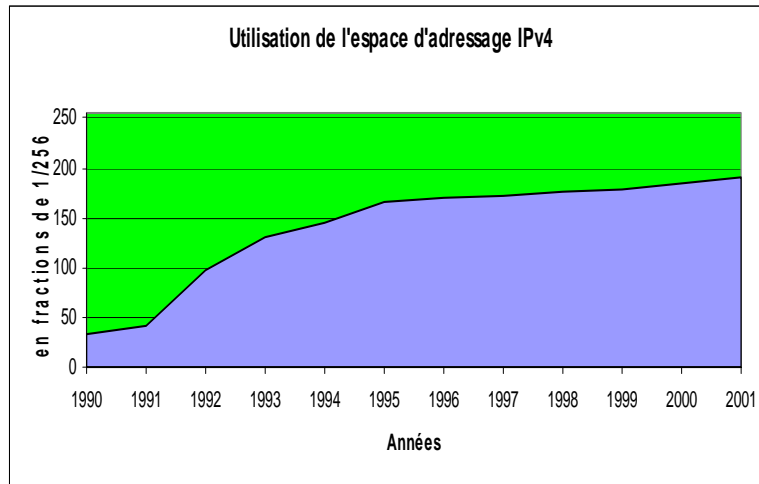
Jean-Luc.Richier@imag.fr

Luc.Saccavini@inria.fr

Pourquoi une nouvelle
version du protocole IP ?

L'épuisement des adresses IPv4

(source www.iana.org en décembre 2001)



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

3

Mesures d'urgence

- Allocation exceptionnelle de réseaux de classe B
- Réutilisation des adresses de classe C
- CIDR (*Classless Internet Domain Routing*)
- NAT et adressage privé (RFC1918)

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

4

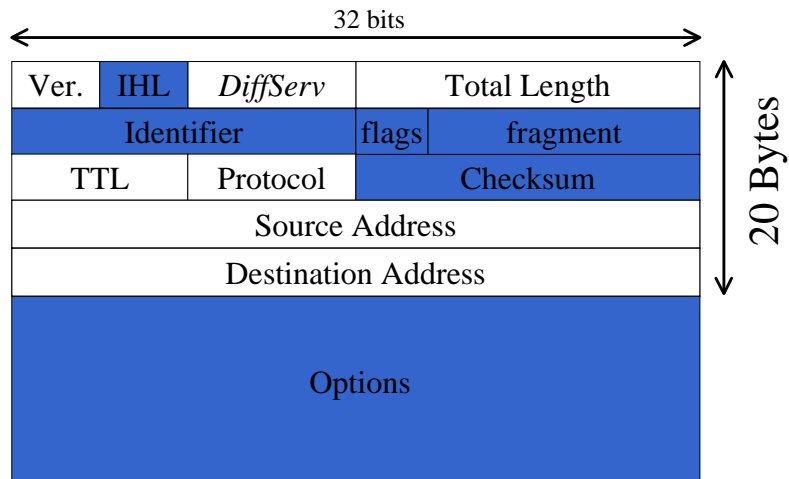
Conséquence des mesures d'urgence

- Force les plans d'adressage privés
- Les adresses sont utilisées en interne
- Ressemble à une architecture de sécurité avec 'firewall'

- Utilisation de 'proxy' ou NAT pour sortir RFC 1631, 2663 et 2993

Aspects technologiques du protocole IPv6, et nouveautés par rapport à IPv4

En-tête IPv4

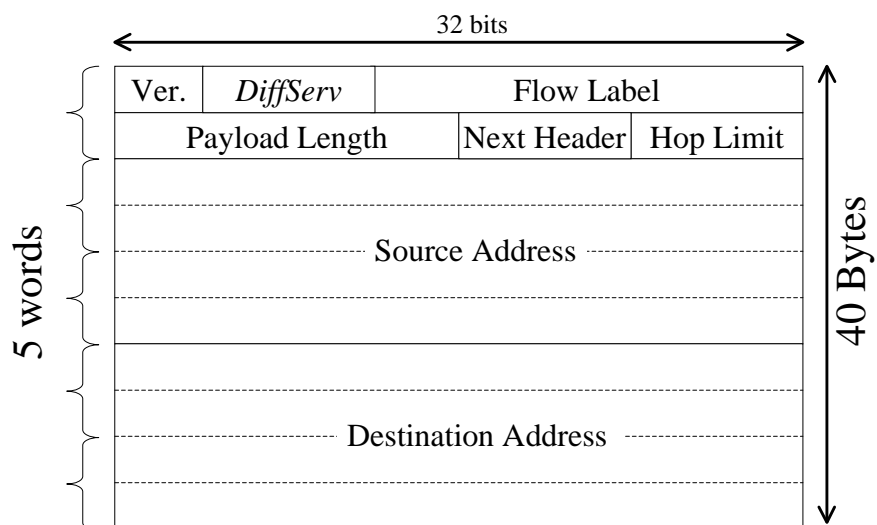


JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

7

IPv6 : simplification de l'en-tête



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

8

Structure des adresses IPv6

Schéma d'adressage

- Les adresses de 128 bits permettent
 - une organisation hiérarchique
 - la flexibilité lors des évolutions de réseau
- adressage sans classe (idem CIDR)
 - adresse réseau := <préfixe> / <longueur préfixe>
 - 3FFE:302:12::/48
 - 3FFE:302:12:2:a00:20ff:fe18:964c/64
 - l'‘Aggrégation’ réduit la taille des tables de routage
- notation numérique hexadécimale
- une interface a plusieurs adresses IPv6

Adresses IPv6

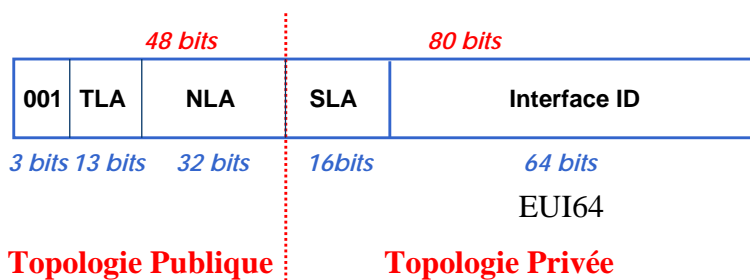
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Loopback ::1 ■ Link local FE80::..... ■ Site local FEC0::..... ■ Global <ul style="list-style-type: none"> – 6bone : 3FFE... – Officielles : 200x... | <ul style="list-style-type: none"> ■ Unicast ■ Multicast ■ Anycast |
|--|---|
-
- | | |
|---|---------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – IPv4 'mappées' – IPv4 compatibles – 6to4 : 2002::.... | Spécifiques à l'intégration IPv4/IPv6 |
|---|---------------------------------------|

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

11

Adresses IPv6 (2)



- TLA** : Top Level Aggregator => (/16)
NLA : Next Level Aggregator => (/48)
SLA : Site Level Aggregator => (/64)

JLR/LS

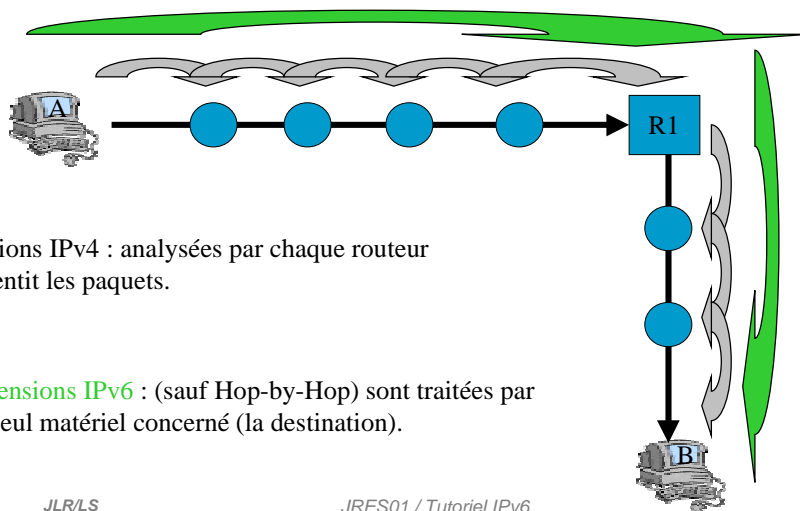
JRES01 / Tutoriel IPv6

12

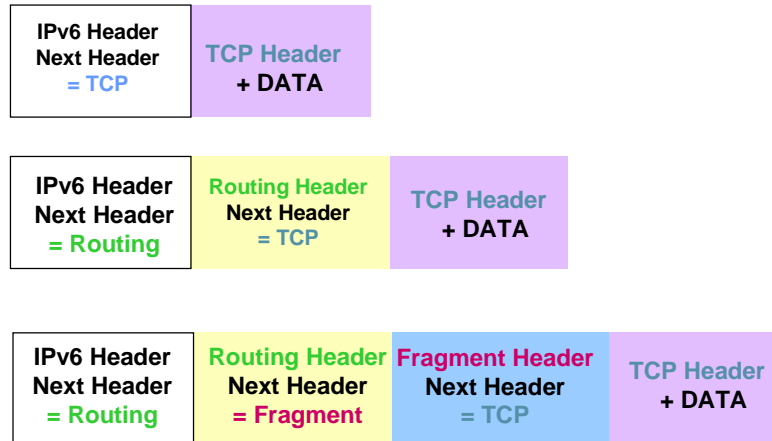
Autres améliorations

- Amélioration du support
 - de la sécurité (IPsec)
 - de la mobilité
- Amélioration de la gestion des flots
- Auto-configuration

Options v4 vs. extensions v6



IPv6 en-têtes optionnelles

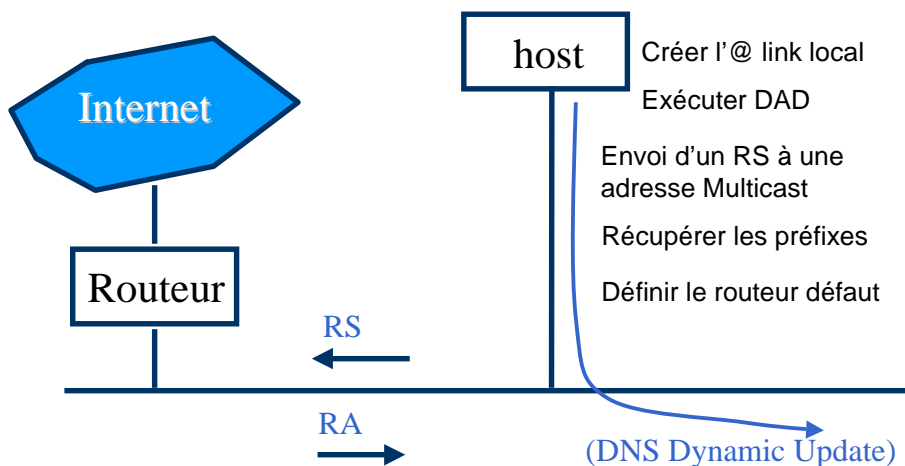


JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

15

Auto-configuration : mécanisme



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

16

Router Renumbering (prévu)

- Permet de changer les adresses et les préfixes annoncés par les routeurs
 - ‘Neighbor discovery’ propage la reconfiguration aux machines feuilles
- Plusieurs actions prévues (envoi de multicast aux routeurs):
 - Changer un (ou une famille de) préfixes
 - ajouter des préfixes
- Besoin de sécurité (IPSec, anti-rejeu)

DNS

Enregistrements IPv6

RR : nouveaux types d'enregistrement

- A → AAAA

\$ORIGIN mew.org.

ftp IN AAAA 3ffe:501:8:1234:260:97ff:fe40:efab

- PTR → PTR

- in-addr.arpa → ip6.int

\$ORIGIN 4.3.2.1.8.0.0.0.1.0.5.0.e.f.f.3.IP6.INT.

b.a.f.e.0.4.e.f.f.7.9.0.6.2.0 IN PTR ftp.mew.org.

Serveur DNS

- bind > 8.2.3 (8.2.5 actuellement)

- AAAA & PTR support (contents)

- RR v6 mais transport v4 uniquement

- bind v9 (9.1.3 actuellement)

- AAAA, A6, PTR, DNAME

- RR et transport v6 et v4

APIs

- **getaddrinfo() recherche directe**
 - hostname → adresses ('sockaddr_in*')
 - remplace gethostbyname()
 - en utilisant la famille AF_UNSPEC, les applications sont 'protocole indépendant'
- **getnameinfo() recherche inverse**
 - adresse ('sockaddr_in*') → hostname
 - remplace gethostbyaddr()

Protocoles de routage

- RFC 2080 (PS) : RIPng
- RFC 2858 (PS) : BGP4+
- RFC 2740 (PS) : OSPF v3
- draft-ietf-isis-ipv6-02.txt: IS-IS
- RFC 2545 (PS) : basé sur MBGP
 - Extension multi-protocoles de BGP

=> Pas de différences majeures avec IPv4

Aller vers IPv6

Transition ou Intégration ?

■ Les conditions

- Pas de jour J
- Persistance longue d'IPv4
- Pas d'application « tueuse d'IPv4 »

⇒ Coexistence longue entre IPv4 et IPv6

Étapes de migration

- 'v6fier' le réseau
- 'v6fier' les systèmes
- 'v6fier' les applications
- Maintenir la communication entre les deux mondes
 - au niveau client/serveur
 - au niveau IP pour tout l'Internet

L'existant : routage

- Cisco : IOS 12.2(2)T
- Ericsson
- 6Wind : tout produit
- Nortel
- Telebit
- Juniper
- Logiciel Zebra : Ripng, Ospf v3, Bgp4+

L'existant : accéder à IPv6

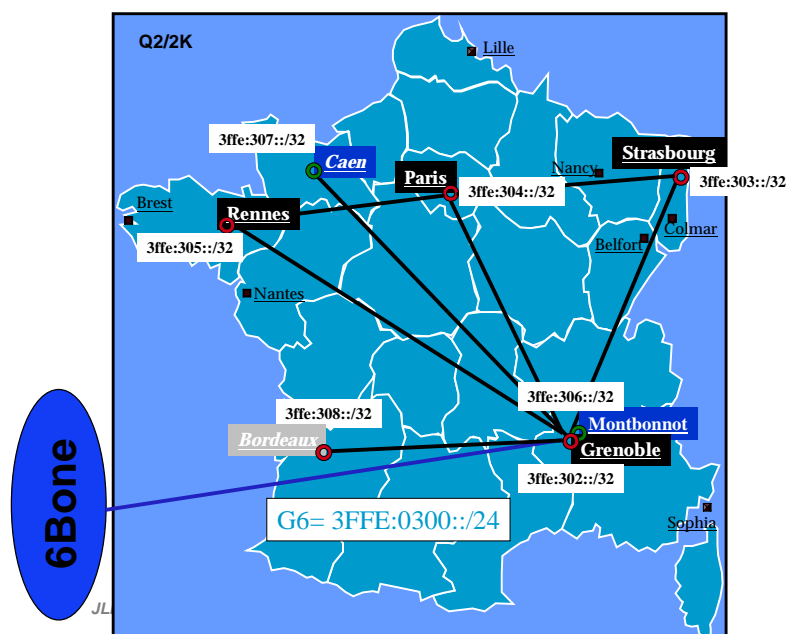
- Réseaux IPv6 : 6bone/G6bone, Renater IPv6, opérateurs (?), ...
Accès natif, ATM, ou par tunnels sur IPv4 configurés entre routeurs.
- Connexion en utilisant infrastructure IPv4
 - Tunnels à la demande : Tunnel broker
 - 6to4
 - 6over4

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

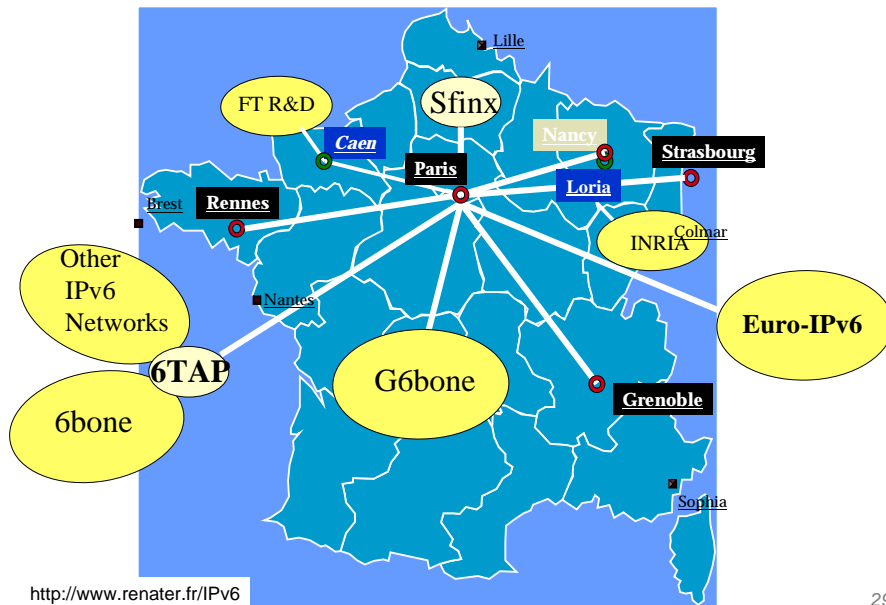
27

Réseau G6bone



28

Réseau pilote IPv6 Renater

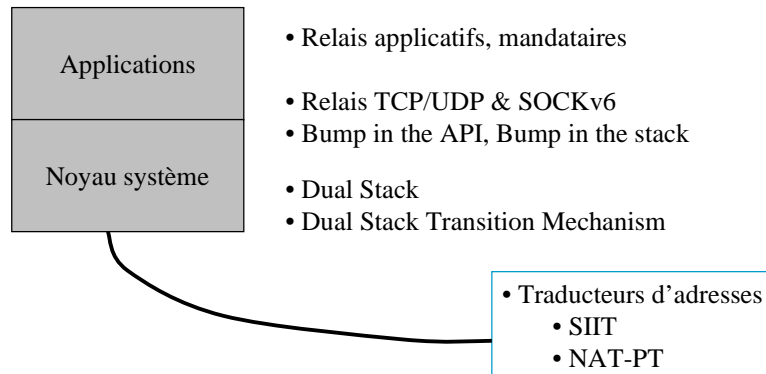


L'existant - piles et applications

- FreeBSD : 4.x
- NetBSD : 1.5
- Linux : 2.4
- Apple : MacOS X
- Microsoft :
Windows NT, 2000,
XP developer
- Solaris : 8
- AIX : 4.3
- Compaq : True 64
- Web
Internet Explorer, mozilla,
apache, squid
- Langages
C(API libc), java, perl, python
- Connectivité
telnet, ftp, ssh, rlogin, lpd(Unix)
- Mail
sendmail, popper, clients (?)
- ...

Mécanismes de cohabitation

■ Exemples de mécanismes en fonction de leur positionnement



JLR/LS

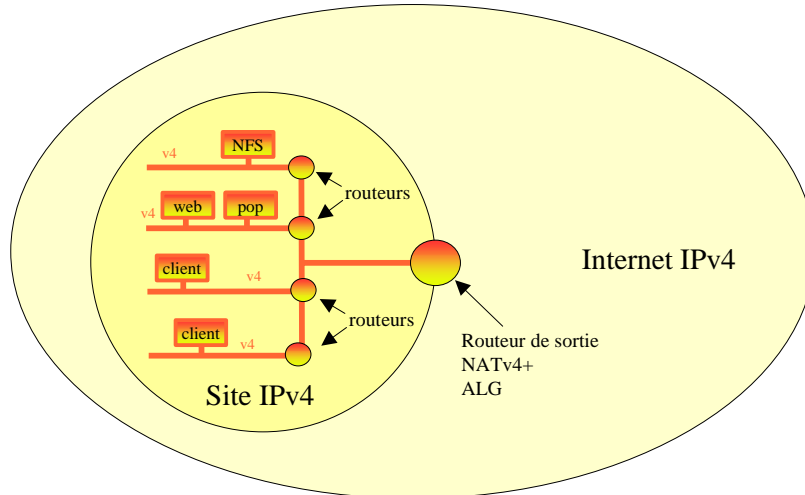
JRES01 / Tutoriel IPv6

31

Mécanismes de transition- intégration :

Étude d'un cas générique

Situation initiale : site IPv4 seul

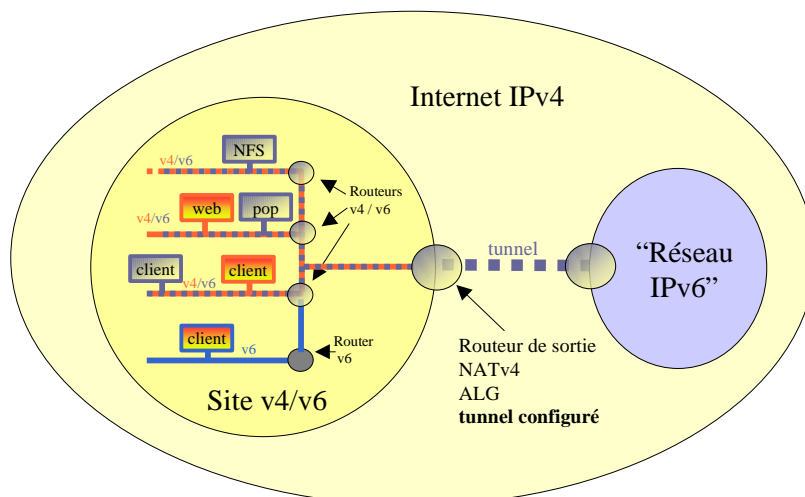


JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

33

Situation cible: connexion au 6bone



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

34

Niveau réseau

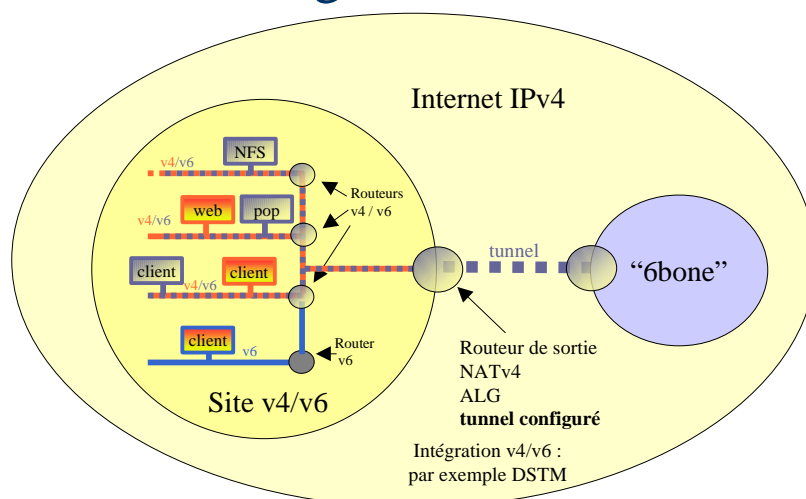
- Demande de préfixe au G6bone
- Installation des routeurs IPv6
- Installation d'un DNS avec RR de type AAAA et PTR (Bind >4.9.4 ou v9)
- Configuration d'un tunnel (IPv6 dans IPv4) du routeur de bord vers le G6bone (+ route par défaut ou BGP4+)

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

35

But final : intégration IPv4 / IPv6



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

36

Dialogue niveau machines

Client \ Serveur	v4	v4/v6	v6
v4	v4 natif	v4 natif	Intégration
v4/v6	v4 natif	v6 natif	v6 natif
v6	Intégration	v6 natif	v6 natif

Méthodes d'intégration v4/v6:

- Dual stack (IPv4 ET IPv6)
- DSTM : Dual Stack Transition Mechanism
- ...

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

37

Dual Stack Transition Mechanism

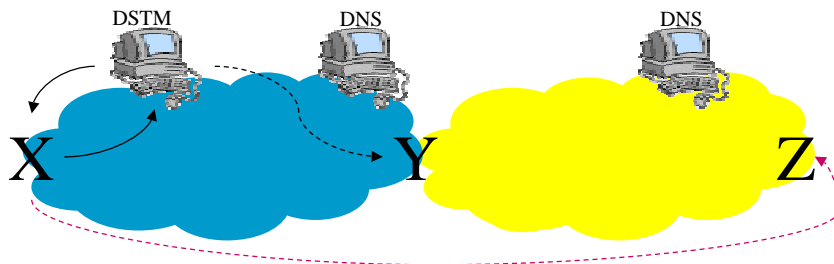
- Piles IPv4 et IPv6
- La pile IPv4 n'est configurée que si une ou plusieurs applications le nécessitent
- Pas de réseau interne IPv4 nécessaire
- Trois cas
 - 1/ **Session sortante (v6 → v4)**
 - 2/ Session entrante (v4 → v6)
 - 3/ Applications v4 (dans un nuage v6)
 - Combinaison des scénarios 1 & 2
 - Génère du trafic v6 depuis des applications v4

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

38

Scénario 1: hôte v6 vers hôte v4



L'application sur X utilise l'adresse v4 de Z et remonte au noyau un paquet v4

L'interface demande au serveur DSTM une adresse v4 src

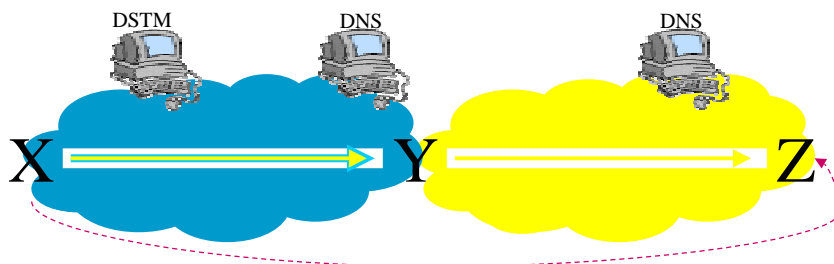
Le serveur DSTM renvoie les adresses X4 et Y6

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

39

Scénario 1: hôte v6 vers hôte v4



X encapsule le paquet v4 dans un paquet v6 pour Y

Y décapsule le paquet v6 et envoie la paquet v4 à Z

Y conserve la mémoire de l'association des adresses v4 et v6.

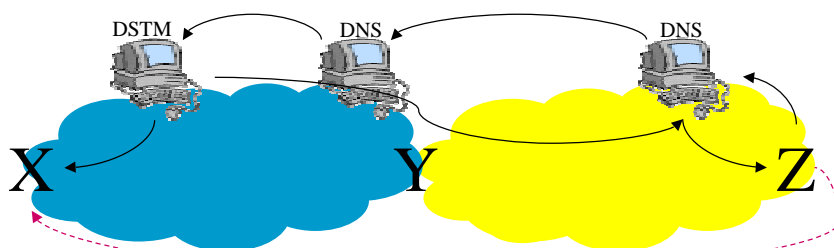
En réponse Z envoie à Y qui retransmet à X

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

40

Scénario 2: hôte v4 vers hôte v6



L'application sur Z demande l'adresse v4 de X

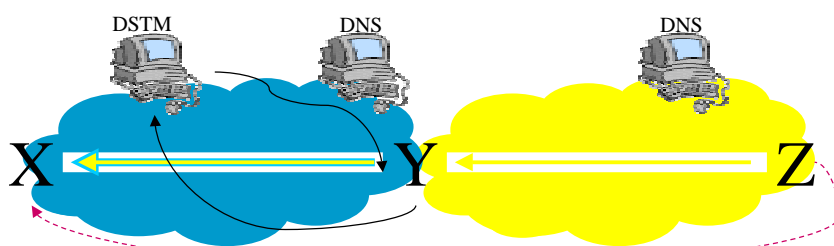
La demande échoue, le serveur DSTM alloue une adresse v4 temporaire à X

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

41

Scénario 2: hôte v4 vers hôte v6



Le paquet v4 est routé vers Y

Y demande au serveur DSTM l'adresse X6 correspondant à X4

Y encapsule le paquet v4 dans un paquet v6 et l'envoie à X

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

42

DSTM

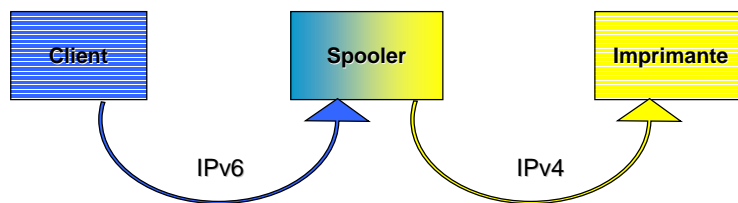
- Invisible depuis les applications
 - utilisant des adresses v4 dans les données
- Le réseau est configuré uniquement v6
- L'allocation des adresses v4 est simple
- Nécessite suffisamment d'adresses v4
- Sujet aux attaques en déni de service
 - cas 2 & 3 doivent être limités à l'Intranet

Relais applicatifs, mandataires

- Peuvent être utilisés pour une grande variété d'applications:
 - Més (POP3, IMAP, SMTP)
 - Web (mandataires : proxy, squid)
 - Impression (serveurs d'impression)
 - DNS : relais (+changement du type de RR)
 -

Exemple de relais applicatif

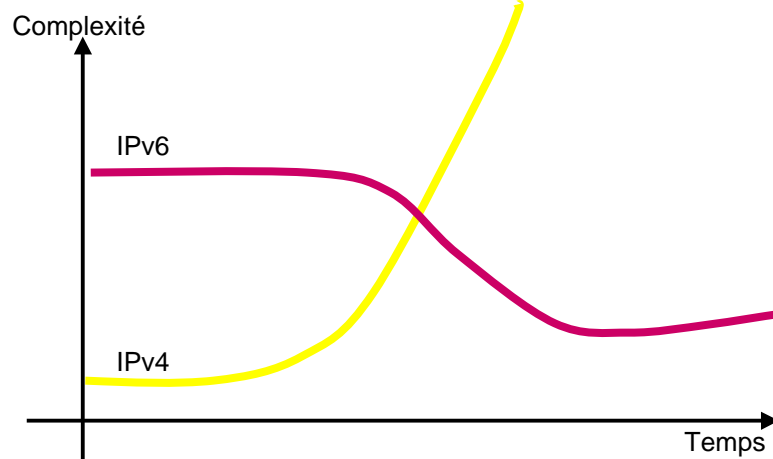
- Une *vieille* imprimante sans pile IPv6



Conclusion

- La complexité du monde IPv4 va croissant
 - Nouvelles applications
 - Nouveaux paradigmes (sécurité)
 - Fin du modèle de bout en bout (NAT)
- On va vers un réseau de “niveau 7”
 - Plus de coûts
 - De plus en plus de difficultés à introduire de nouvelles applications (tel/IP, multicast,...)

Conclusion



JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

47

Le G6



- Groupe français d'expérimentation IPv6
- Créé fin 1995
- Regroupe des académiques et des industriels : CNRS, ENST, INRIA, Universités Grenoble, Paris 7, Strasbourg, Bull, 6Wind, Eurocontrol ...
- Partenariats avec des constructeurs
- G6 Recherche

JLR/LS

JRES01 / Tutoriel IPv6

48

Ressources bibliographiques

- <http://playground.sun.com/>
RFCs, IDs, implémentations, ...
- <http://www.ipv6.org>
- <http://www.6bone.net>
- <http://www.ipv6forum.com>
- <http://peirce.logique.jussieu.fr/G6>
- <http://www.g6.asso.fr>
- IPv6 théorie et pratique (G. Cizault, ed. O'Reilly)



ou

