

# IPv6

ARGOS - Mars 2010

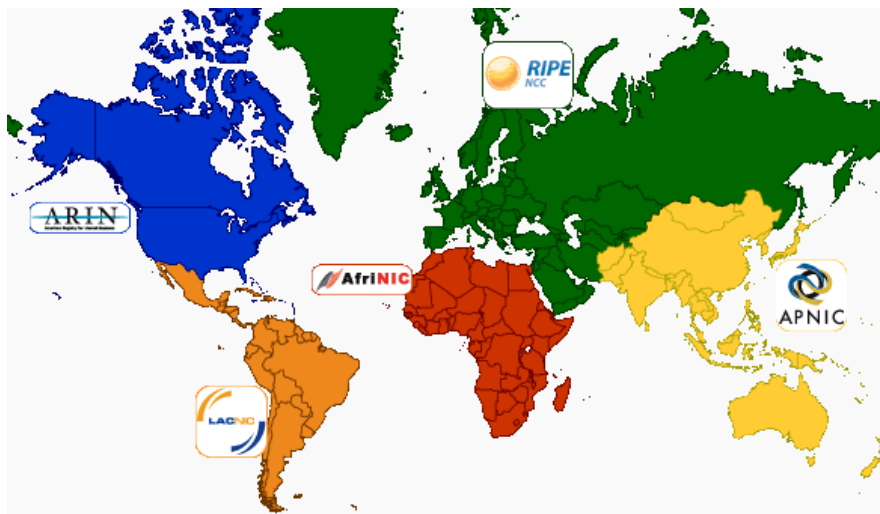
Olivier Morel

# Plan de l'exposé

- Le point sur IPv6
- Un peu de technique
- Le déploiement ...
- Exemple de configuration

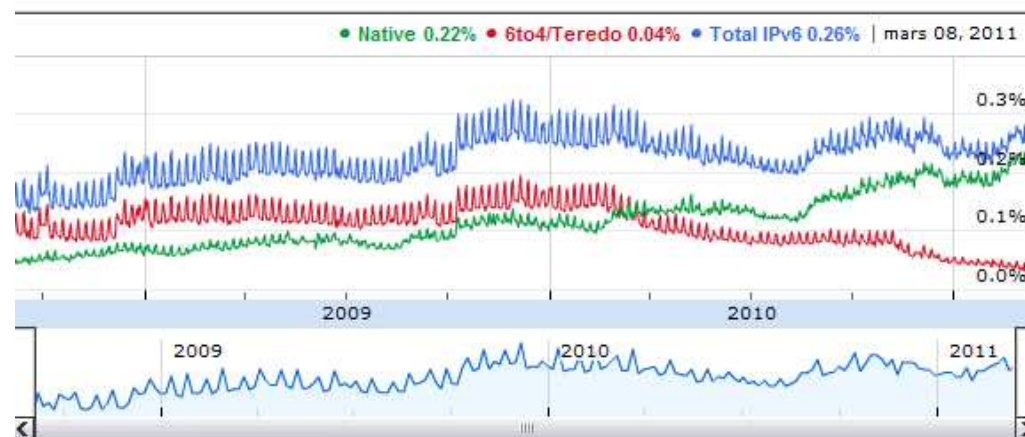
# Le point sur IPv6

- L'IANA a attribuée ses derniers blocs d'adresse IPv4 début 2011.
- Les plages d'adresses IPv4 encore disponibles chez les RIR sont peu nombreuses.



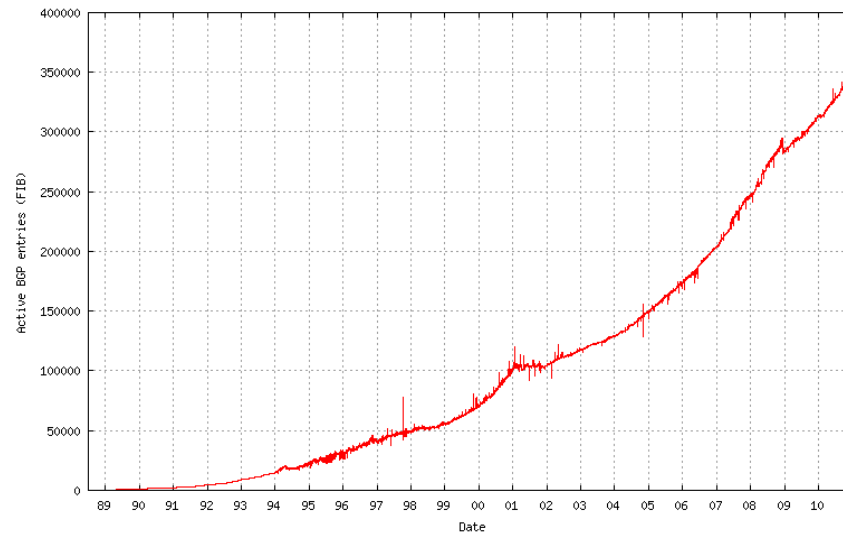
Mais:

- Il reste encore des adresses IPv4 non routées à ce jour.
- Il existe des solutions qui fonctionnent depuis longtemps (NAT, proxy).
- Moins de 1% de trafic IPv6 aujourd'hui (google).



# Pourquoi s'intéresser à IPv6 aujourd'hui?

- Le besoin en adresse IP augmente toujours.
- Nécessité d'anticiper de nouvelles pratiques et fonctions.
- Les tables de routage de l'internet IPv4 sont conséquentes...



Il ne faudra pas être le dernier...



Objectif:

- Proposer aujourd'hui IPv6 pour les enseignements et la recherche (labo info.)
- Acheter du matériel/logiciel prêt pour IPv6 (tout le monde)
- Formation des administrateurs Sys & Res (tout le monde)

# IPv6 : les avantages?

- En théorie  $3,4 \times 10^{38}$  adresses disponibles ( $7 \times 10^{23}$  adresses IP par  $m^2$ )



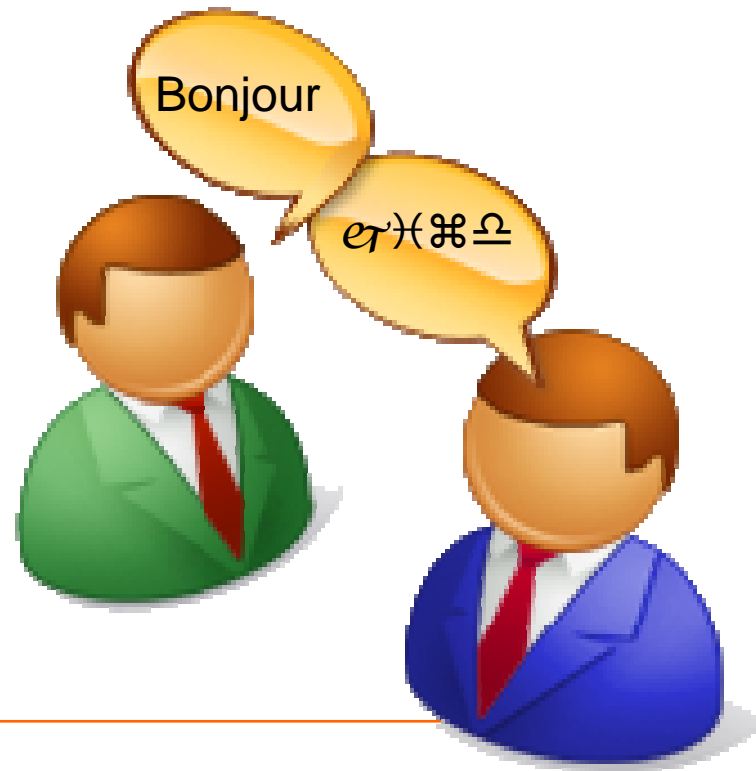
# Autres avantages

- Mécanisme d'autoconfiguration
- Sécurité «intégrée » (IPv4: IPsec)
- Mobilité (à suivre ...)
- Table de routage optimisée (hiérarchisation du réseau) et simplification du protocole



# Le problème

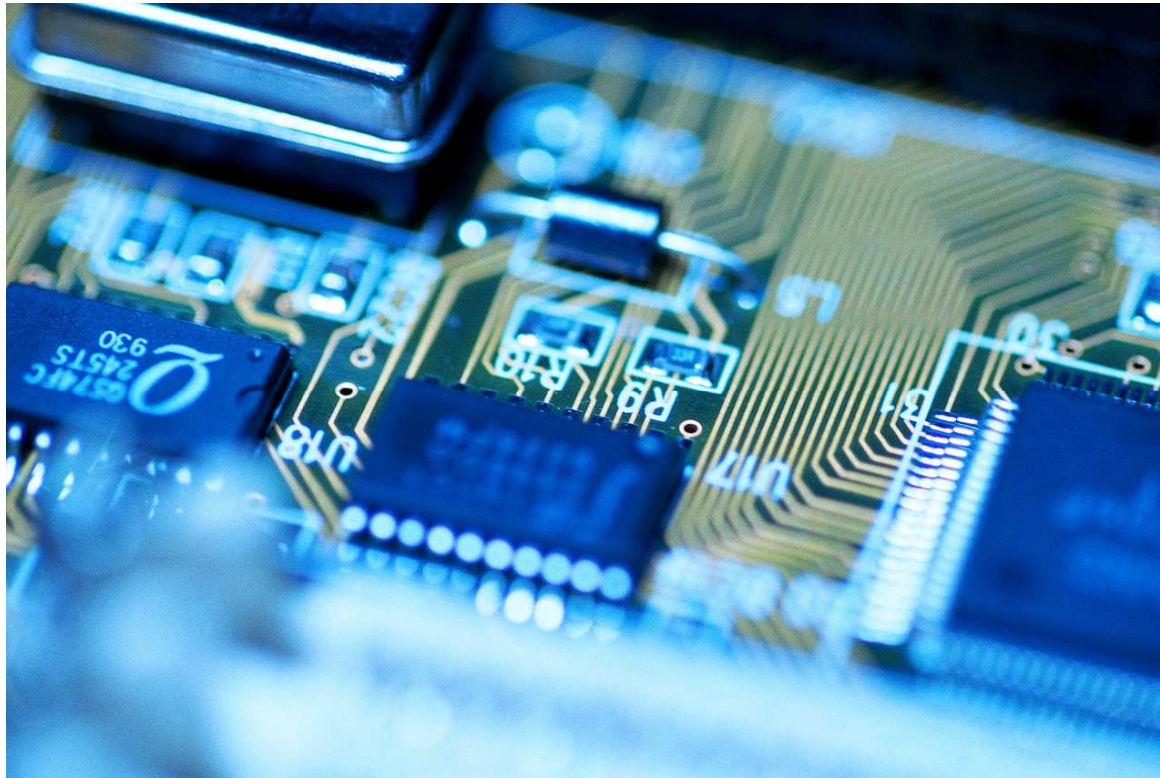
- Les adresses IPv4 et IPv6 ne sont pas compatibles.



# Mécanismes de transition

- Double pile IPv4 et IPv6 (choix de l'université P11)
  - Tunnel Broker
  - 6to4
  - Isatap (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)
  - Teredo
  - NAT-PT
  - Relais applicatifs
-

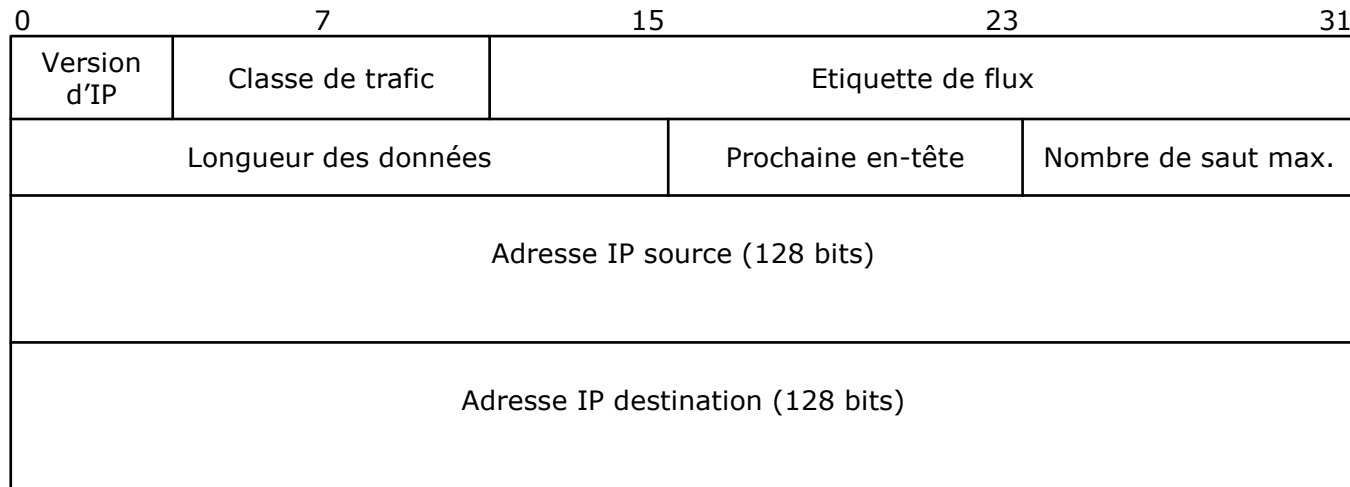
# Un peu de technique



# Format d'une trame IPv4

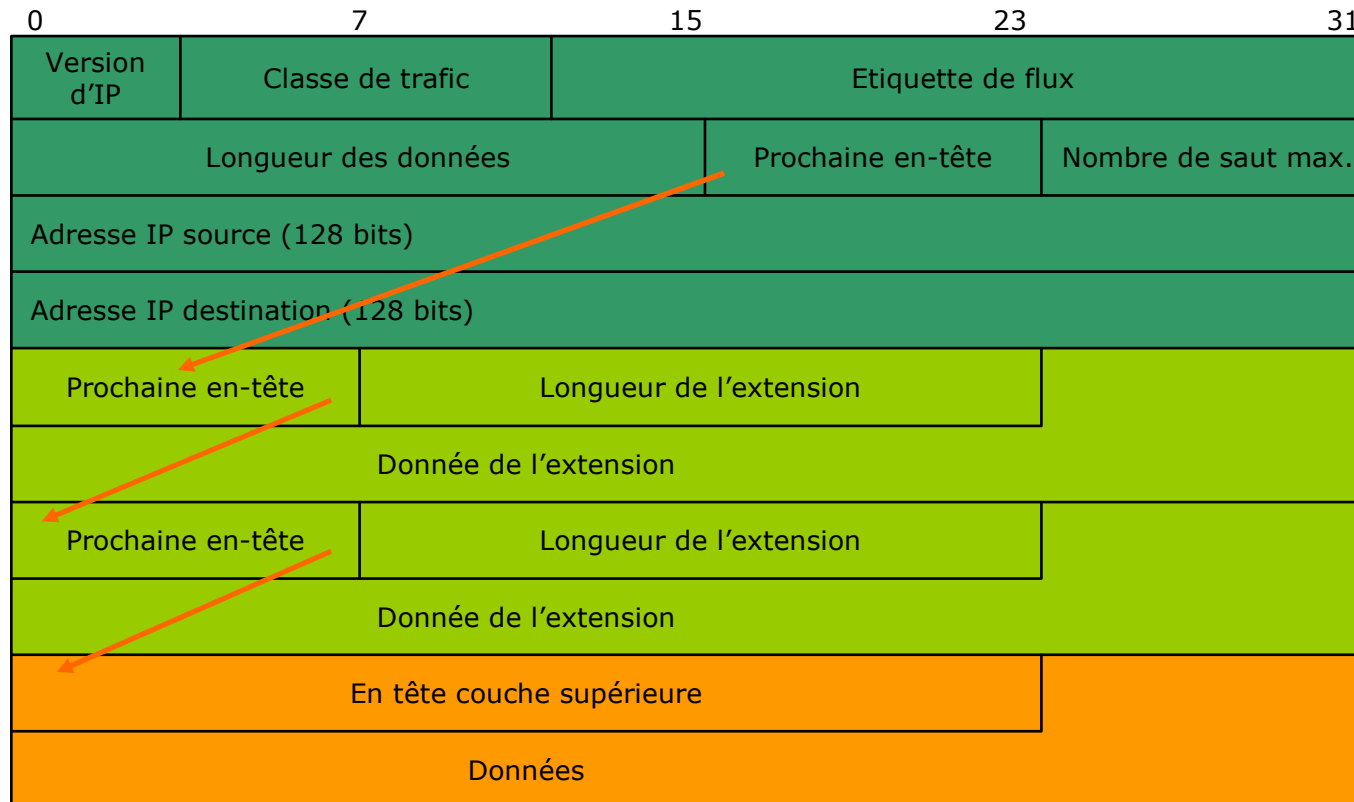
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Flags		Décalage Fragment													
Durée de vie								Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête															
Adresse IP source																															
Adresse IP destination																															
Options - Bourrage																															

# Format d'une trame IPv6



- Version
- Classe de trafic
- Etiquette de flux (qos)
- Taille des données
- Prochaine en-tête (option IPv6, UDP, TCP, ...)
- Nombre de saut maximum (TTL IPv4)
- Adresse IPv6 source (128 bits)
- Adresse IPv6 destination (128 bits)

# Format des extensions



# Les extensions

- Le champ NH (next header) spécifie le type de l'en-tête suivante
- Toutes les options ne sont pas analysées par les routeurs
- Les extensions ont un ordre définie
- Type d'extension:
  - 0 - Proche-en-proche (toujours en première position, traitée par les routeurs)
  - 60 - Destination (sera aussi traitée par les routeurs listés dans l'extension de routage par la source)
  - 43 - Routage par la source
  - 44 - Fragmentation
  - 51 - Authentification
  - ...

# Notation des adresses IPv6

- Format canonique – 128 bits – 16 octets  
2001:0660:3201:1234:0000:0000:CAFE:0001
- Possibilité d'omettre les 0 non significatifs  
2001:660:3201:1234:0:0:CAFE:1
- Possibilité d'omettre des suites de 0 une seule fois dans l'adresse  
2001:660:3201:1234::CAFE:1



# Masque de sous réseau

- Reprend la notation CIDR IPv4

2001:660:3201:1234::CAFE:1/64

Préfixe réseau: 2001:660:3201:1234

Identifiant d'interface: ::CAFE:1

- Exemple d'adresse IPv6 valide:

**2001:660:7401:200::edf:bdd7**

**fe80::20d:61ff:fe22:3476**

**::1**

# Type d'adresse

- Adresse réservée transition et loopback `::/8`
- Adresse unicast globale `2000::/3`
- Adresse unicast lien-local `FE80::/10`
- Adresse multicast `FF00::/8`
- Adresse anycast
- Adresse locale unique `FC00/7`

# Le protocole ICMPv6

Remplace le protocole ICMPv4 et assure les fonctionnalités du protocole ARP.

- Envoi et réception de ping
- Gestion des erreurs
- Découverte des voisins
- Gestion du multicast

Code	Signification
1	Destination inaccessible
2	Paquet trop grand
3	Temps dépassé
128	Demande d'écho (ping)
129	Réponse d'écho (ping)
133	Sollicitation de routeur
134	Annonce du routeur
135	Sollicitation d'un voisin
136	Annonce d'un voisin

# ICMPv6 : Exemple

Ping – type 128 129

Découverte du voisin – type 135 (ARP Ipv4)

Adr src : lien local ou globale

Adr dst : adr cible ou multicast de sollicitation

La réponse: type 136 : annonce du voisin

Adr src: lien locale

Adr dst: adr cible ou adr multicast

# Exemple trame ICMPv6 : annonce du routeur

The image shows a Wireshark capture of an ICMPv6 Router Advertisement packet. The packet list pane shows several ICMPv6 messages, with packet 43 selected. The packet details pane shows the following structure:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
33	16.783996	fe80::95dc:7df3:dce6:	ff02::1:ffff:fd90	ICMPv6	Neighbor solicitation
<b>34</b>	<b>16.785945</b>	<b>fe80::208:e3ff:feff:f</b>	<b>fe80::95dc:7df3:dce6:</b>	<b>ICMPv6</b>	<b>Neighbor advertisement</b>
38	17.186829	::	ff02::1:ffe6:fd2e	ICMPv6	Neighbor solicitation
39	17.186841	::	ff02::1:ffe6:fd2e	ICMPv6	Neighbor solicitation
40	17.186851	::	ff02::1:ff81:d619	ICMPv6	Neighbor solicitation
41	17.186934	Fe80::95dc:7df3:dce6:	ff02::2	ICMPv6	Router solicitation
42	17.186963	fe80::95dc:7df3:dce6:	ff02::16	ICMPv6	Multicast Listener Report Me
<b>43</b>	<b>17.193688</b>	<b>fe80::208:e3ff:feff:f</b>	<b>ff02::1</b>	<b>ICMPv6</b>	<b>Router advertisement</b>

**Packet 43 details:**

- Ethernet II, Src: Cisco\_ff:fd:90 (00:08:e3:ff:fd:90), Dst: IPv6-Neighbor-Discovery\_00:00:00:01 (33)
- Internet Protocol Version 6
- Internet Control Message Protocol v6
  - Type: 134 (Router advertisement)
  - Code: 0
  - Checksum: 0xf0da [correct]
  - Cur hop limit: 64
  - Flags: 0x00
    - 0... .. = Not managed
    - .0.. ... = Not other
    - ..0. ... = Not Home Agent
    - ...0 0... = Router preference: Medium
  - Router lifetime: 1800
  - Reachable time: 0
  - Retrans timer: 0
  - ICMPv6 Option (source link-layer address)
    - Type: source link-layer address (1)
    - Length: 8
    - Link-layer address: 00:08:e3:ff:fd:90
  - ICMPv6 option (MTU)
    - Type: MTU (5)
    - Length: 8
    - MTU: 1500
  - ICMPv6 Option (Prefix information)
    - Type: Prefix information (3)
    - Length: 32
    - Prefix length: 64
    - Flags: 0xc0
      - 1... .. = onlink
      - .1.. .... = Auto
      - ..0. .... = Not router address
      - ...0 .... = Not site prefix
    - Valid lifetime: 2592000
    - Preferred lifetime: 604800
    - Prefix: 2001:660:3201:1036::

# Autoconfiguration

- Avec état: DHCPv6
- Sans état: ICMPv6
- Possibilité d'obtenir la configuration IP du routeur et les options d'un serveur DHCPv6

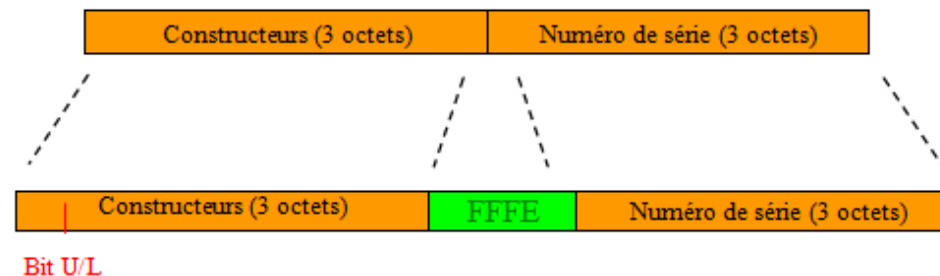
# Mécanisme d'autoconfiguration sans état

## Utilisation d'ICMPv6 pour découvrir les voisins

- Type 133 : Sollicitation du routeur
- Type 134 : réponse du routeur par un message d'annonce
- Puis vérification de l'unicité d'une adresse par un message « sollicitation du voisin »

## Création de l'identifiant d'interface

- Soit aléatoire (Windows par défaut)
- Soit à partir de l'adresse MAC modifiée selon le format EUI-64 (linux par défaut)



# Le déploiement





# Allocation des adresses

- IANA fournit des blocs /23 au RIR
- Les RIR fournissent des blocs en /32 au LIR
- Les LIR (renater, ...) assignent des préfixes aux sites distants
  - Pour l'université Paris Sud:  
2001:660:3201::/48

# Comment obtenir un préfixe ?

[www.renater.fr](http://www.renater.fr)



The screenshot shows the website interface for RENATER. At the top, the logo and the text "Le Réseau National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche" are visible. Below this, a navigation bar indicates the current path: "Accueil du site > Services > Services de connectivité".

The main content area is titled "IPv6 unicast" and includes a list of links: "Présentation rapide", "Se connecter au service", "Spécifications du service sur RENATER", "Références", and "Fiches descriptives". A "Présentation rapide" section follows, explaining that IPv6 unicast is available in native mode since 2003 and that all routers are dual-stack. It mentions connections with GEANT and transit providers for international academic connectivity. A note states that some collection networks support IPv6, allowing for native connection to RENATER's IPv6 service. Finally, it mentions that IPv6 multicast is also available and provides a link for more information.

The right sidebar contains several sections: "Appels d'offres" with a link to "Consulter les Appels d'offre en cours", "Annonces" with two news items about a video conference and a regional network, and "Formations" with a link to "CIREN - FORMATION CIREN 49 - FEDERATION EDUCATION-RECHERCHE".

The left sidebar lists navigation options: "Rechercher", "Services de connectivité" (with sub-links for IPv4 unicast, IPv4 multicast, IPv6 unicast, and IPv6 multicast), "Classes de services", and "Circuits". At the bottom of the left sidebar, there are logos for CERT and SQR, and a link for "Support et Contacts".

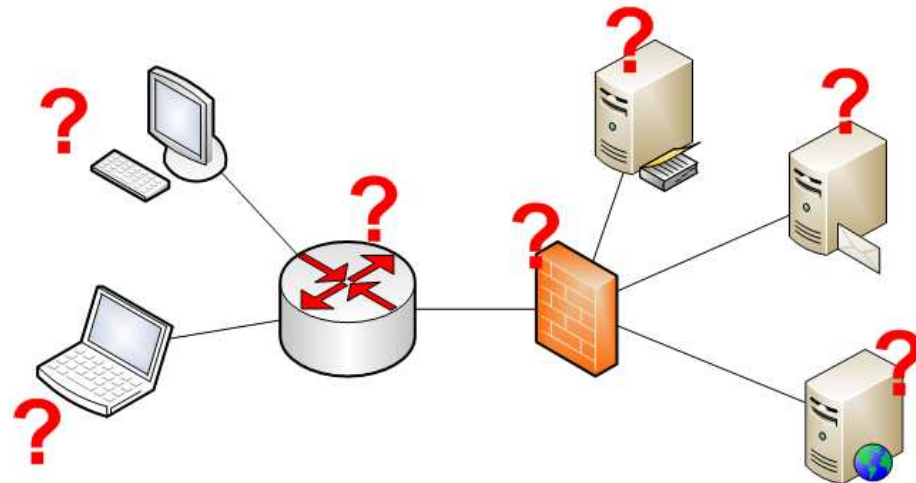
# Exemple de plan d'adressage

Identifiant	Classe d'utilisation	Adresse des réseaux IPv6
0	Recherche	de 2001 :0660 :3201 :1000 ::/64 à 2001 :0660 :3201 :1FFF ::/64
1	Enseignement	de 2001 :0660 :3201 :2000 ::/64 à 2001 :0660 :3201 :2FFF ::/64
2	Technique	de 2001 :0660 :3201 :4000 ::/64 à 2001 :0660 :3201 :4FFF ::/64
3	Expérimentation	de 2001 :0660 :3201 :6000 ::/64 à 2001 :0660 :3201 :6FFF ::/64
4	TOIP	de 2001 :0660 :3201 :7000 ::/64 à 2001 :0660 :3201 :7FFF ::/64
5	.....	
6	.....	

Par convention, dans ce plan d'adressage, tous les réseaux ont un masque /64.

# Quelles questions se poser?

- Adressage des postes?
- Sécurité?
- Routage?
- DNS?
- Applications?



# Adressage des postes

Autoconfiguration pour la configuration IP  
DHCPv6 pour les services (?)

DHCPv6 pour service et autoconfiguration

Autoconfiguration avec partie sécurisée ou  
adresse EUI-64

# Exemple de configuration

```
IP(8)

NAME
    ip - show / manipulate routing, devices, policy routing

SYNOPSIS
    ip [ OPTIONS ] OBJECT { COMMAND | help }

    OBJECT := { link | addr | addrlabel | route | rule | ne

    OPTIONS := { -V[ersion] | -s[tatistics] | -r[esolve] |
] }
```

# Configuration du réseau

- Activation d'IPv6 sur un routeur cisco

```
routeur(config)#ipv6 unicast-routing
```

- Activation d'ipv6 sur une interface d'un routeur cisco

- Exemple avec annonce et modification de la durée des adresses:

```
routeur(config)#interface gi0/1
```

```
routeur(config-if)#ipv address 2001:660:3201:1 ::1/64
```

```
routeur(config-if)#ipv6 nd prefix default 604800 604800
```

- Exemple sans annonce et suppression des annonces du routeur:

```
routeur(config)#interface gi0/1
```

```
routeur(config-if)#ipv address 2001:660:3201:1 ::1/64
```

```
routeur(config-if)#ipv6 nd prefix default no-advertise
```

```
routeur(config-if)#ipv6 nd ra suppress
```

# Caractéristique Ipv6 d'une interface d'un routeur

```
routeur#sh ipv6 int vlan 405
Vlan405 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::208:E3FF:FEFF:FD90
  No Virtual link-local address(es):
  Description: vlan pour la demo
  Global unicast address(es):
    2001:660:3201:5405::1, subnet is 2001:660:3201:5405::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FFFF:FD90
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
```



# Routage (exemple)

## Routage statique :

```
Router(config) # ipv6 route 2001:0db8::/64 2002:806b:f0fe::1
```

## Routage dynamique

- MP-BGP (correspond à BGP)
- OSPFv3 (correspond à OSPF)

```
interface Vlan768
description Interco - OSPF
ipv6 address 2001:660:3201:F008::2/64
ipv6 ospf 1 area 0
```

# Affichage d'une table de routage ospf

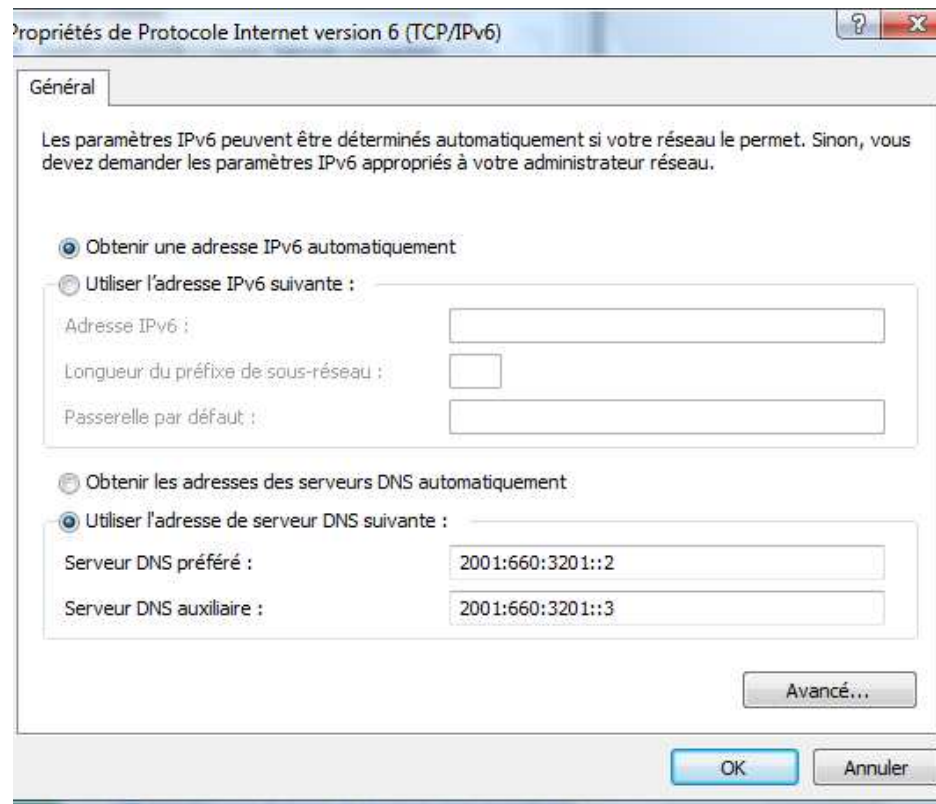
```
routeur#sh ipv6 route ospf
IPv6 Routing Table - Default - 18 entries
...
OE2 ::/0 [110/1], tag 1
    via FE80::225:B4FF:FEDB:41C0, Vlan81
OE2 2001:660:3200:1118::/64 [110/20]
    via FE80::211:BCFF:FED3:5000, Vlan85
OE2 2001:660:3201::/64 [110/20]
    via FE80::211:BCFF:FED3:5000, Vlan85
OE2 2001:660:3201:112::/64 [110/20]
    via FE80::225:B4FF:FEDB:41C0, Vlan81
```

# Configuration des postes

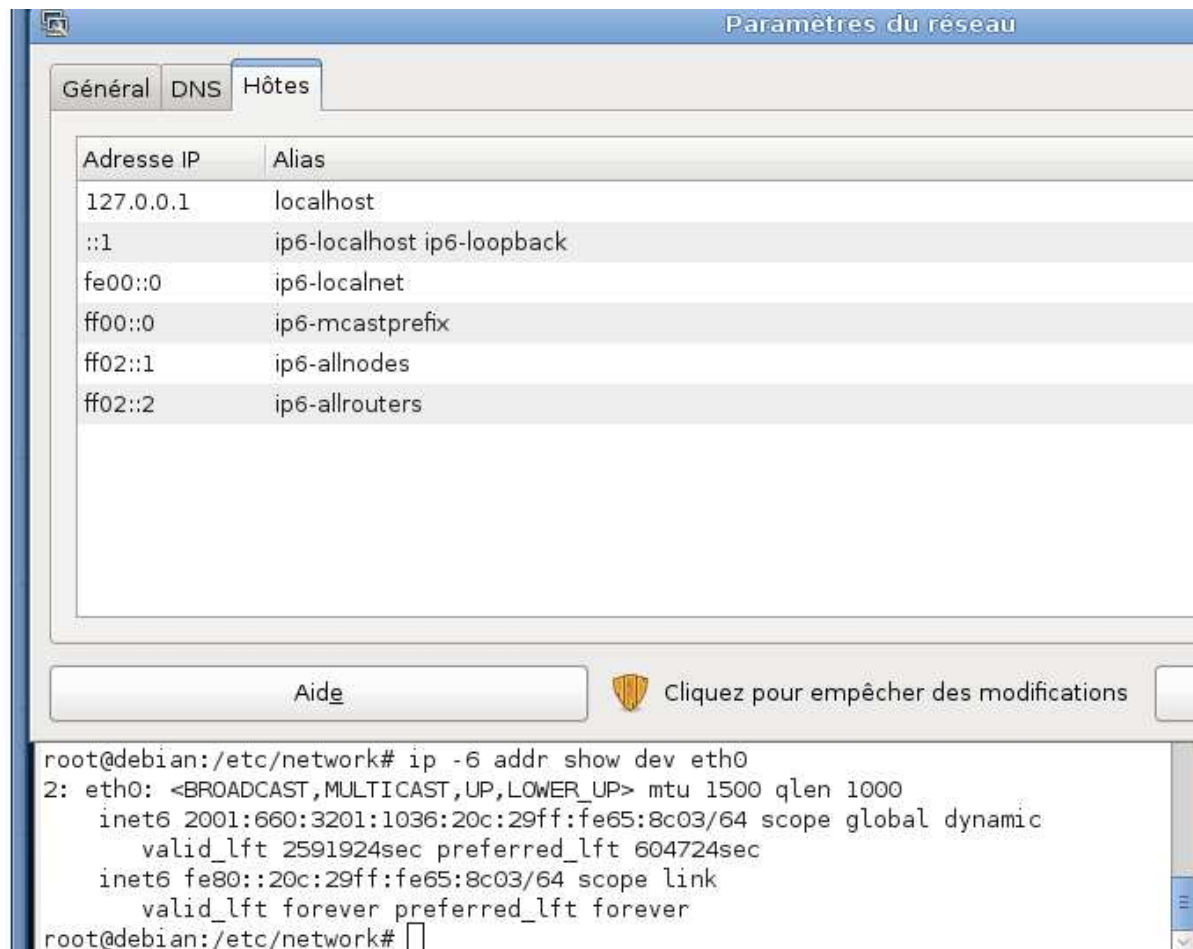
- Windows XP
  - Pour activer IPv6, entrer dans une fenêtre de commande : **ipv6 install**
  - Alors : autoconfiguration automatique avec adresse aléatoire
  - Affichage configuration: **Ipconfig** et **netstat -r**
  - Configuration manuelle :
    - netsh interface ipv6 add address "connexion au réseau local 2" 2001:660:3201:1036::20
    - netsh interface ipv6 add route ::/0 "connexion au réseau local 2" nexthop= 2001:660:3201:1036::1 publish=yes

# Windows Vista - 7

## Autoconfiguration par défaut



# Linux Debian - Ubuntu



The screenshot displays the 'Paramètres du réseau' (Network Settings) window in a Linux environment. The 'Hôtes' (Hosts) tab is active, showing a table of IP addresses and their corresponding aliases. Below the table, there is an 'Aide' button and a warning icon with the text 'Cliquez pour empêcher des modifications'. At the bottom, a terminal window shows the output of the command 'ip -6 addr show dev eth0'.

Adresse IP	Alias
127.0.0.1	localhost
::1	ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0	ip6-localnet
ff00::0	ip6-mcastprefix
ff02::1	ip6-allnodes
ff02::2	ip6-allrouters

```
root@debian:/etc/network# ip -6 addr show dev eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qlen 1000
    inet6 2001:660:3201:1036:20c:29ff:fe65:8c03/64 scope global dynamic
        valid_lft 2591924sec preferred_lft 604724sec
    inet6 fe80::20c:29ff:fe65:8c03/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
root@debian:/etc/network#
```

# Linux debian



## Configuration statique

Dans `/etc/network/interfaces`

```
iface eth0 inet6 static
    address 2001:660:3201:1036::123
    netmask 64
    gateway 2001:660:3201:1036::1
```

Puis `/etc/init.d/networking restart`

Dans `/etc/resolv.conf`

```
nameserver 2001:660:3201::2
```

# Linux redhat - centos



## Configuration statique

Dans /etc/sysconfig/network  
networking\_ipv6=yes

Dans /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0  
ipv6init=yes  
ipv6addr=2001:660:3201:1036::123  
ipv6\_defaultgw=2001:660:3201:1036::1

#Service network restart

# Sécurité réseau

## Acls routeur Cisco

```
ipv6 access-list OUTBOUND
    permit tcp 2001:660:0300:0201::/64 any reflect REFLECTOUT
    permit udp 2001:660:0300:0201::/64 any reflect REFLECTOUT
    deny fec0:0:0:0201::/64 any

ipv6 access-list INBOUND
    evaluate REFLECTOUT

interface ethernet 0
    ipv6 traffic-filter OUTBOUND out
    ipv6 traffic-filter INBOUND in
```

## Exemple de règle iptables (linux)

```
#paquets icmp provenant de $IP
/sbin/ip6tables -A INPUT -p icmpv6 -s $IP -j ACCEPT

#connexions ssh
/sbin/ip6tables -A INPUT -p tcp -s $IP --dport 22 -j ACCEPT

#connexions établies
/sbin/ip6tables -A INPUT -m state --state RELATED,ESTABLISHED -j ACCEPT
```

---



# Service

- Enregistrement DNS : type AAAA  
Nommage inverse : .ip6.arpa

Protocol	Info
DNS	Standard query A www.google.fr
DNS	Standard query response CNAME www.google.com CNAME www.l.google.com A 74.125.230.83 A 74.125.230.
DNS	Standard query AAAA www.google.fr
DNS	Standard query response CNAME www.google.com CNAME www.l.google.com AAAA 2a00:1450:400c:c01::67

- Exemple serveur web apache :
  - Ajouter directive  
listen [2001:660:3201:1036::25]:80

# Afficher les configurations IPv6

- Windows
  - > ipconfig
  - > netstat -r
  - > netsh interface ipv6 show address
  - > route print
- Linux
  - # ifconfig
  - # ip -6 addr show
  - # ip -6 route show

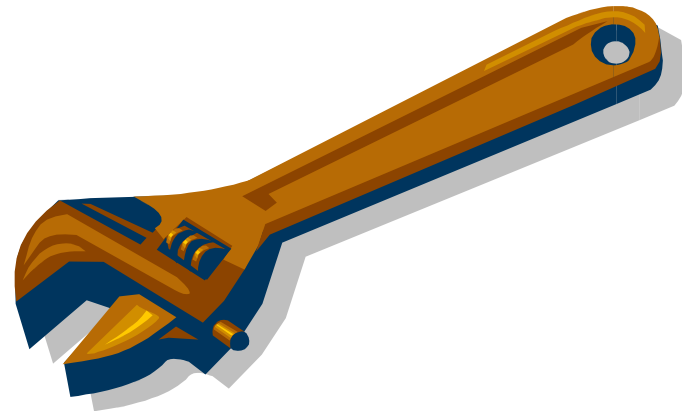
# Quelques Outils réseau - Linux

# Ping6

# Traceroute6

# Tcpdump ip6

# Dig -6



# Quelques sites web

<http://www.ietf.org/rfc.html>

<http://livre.g6.asso.fr/index.php>

<https://www.arin.net/>

<http://www.urec.fr/rubrique298.html>

# Merci.