

# IPv6 ou le futur d'Internet

## 4b15::/101

June 16, 2009

# Avant-propos

- Plus une présentation qu'un atelier

# Avant-propos

- Plus une présentation qu'un atelier
- Autodidacte : fautes probables !

# Avant-propos

- Plus une présentation qu'un atelier
- Autodidacte : fautes probables !
- Pas affilié G6 (<http://g6.asso.fr/>) mais n'hésitez pas à les contacter

# Avant-propos

- Plus une présentation qu'un atelier
- Autodidacte : fautes probables !
- Pas affilié G6 (<http://g6.asso.fr/>) mais n'hésitez pas à les contacter
- Parfois des avis personnels ...

# Introduction

- C'est quoi Internet ?

# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées

# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles



# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles
- Plan

# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles
- Plan
  - **Internet actuellement**

# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles
- Plan
  - Internet actuellement
  - Problèmes liés à l'IPv4

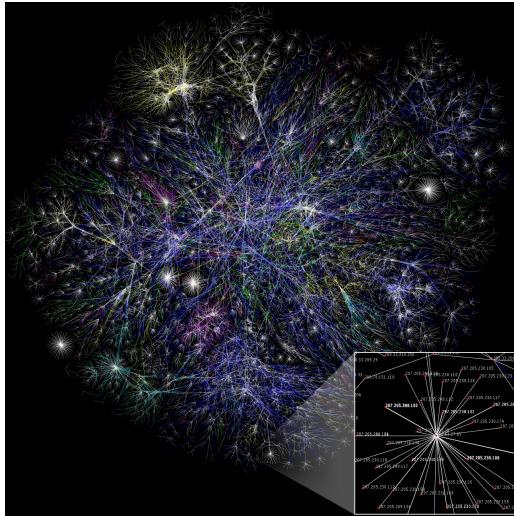
# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles
- Plan
  - Internet actuellement
  - Problèmes liés à l'IPv4
  - Solutions apportées par l'IPv6

# Introduction

- C'est quoi Internet ?
  - Un ensemble de machines interconnectées
  - qui communiquent selon certains protocoles
- Plan
  - Internet actuellement
  - Problèmes liés à l'IPv4
  - Solutions apportées par l'IPv6
  - **Pratique**

# Internet



# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique



# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux
  - Adresse IP : le moyen d'identification d'une machine

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux
  - Adresse IP : le moyen d'identification d'une machine
- Niveau au dessus : TCP, UDP, ...

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux
  - Adresse IP : le moyen d'identification d'une machine
- Niveau au dessus : TCP, UDP, ...
- **Encore au dessus : HTTP, FTP, POP, IMAP, XMPP, IRC, ...**

# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux
  - Adresse IP : le moyen d'identification d'une machine
- Niveau au dessus : TCP, UDP, ...
- Encore au dessus : HTTP, FTP, POP, IMAP, XMPP, IRC, ...
- Ou "à coté" : ICMP



# Structure d'Internet

- Des machines (routeurs) liés entre eux physiquement
  - Fibre optique
  - Ethernet
  - etc
- Un protocole réseau pour les relier tous : IP
  - Possibilité de routage entre réseaux
  - Adresse IP : le moyen d'identification d'une machine
- Niveau au dessus : TCP, UDP, ...
- Encore au dessus : HTTP, FTP, POP, IMAP, XMPP, IRC, ...
- Ou "à coté" : ICMP
- **Nommage des machines : Domain Name System (utilise UDP)**

# Le modèle OSI

- 7 Application ...

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...
- 5 Session ...

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...
- 5 Session ...
- 4 Transport TCP, UDP

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...
- 5 Session ...
- 4 Transport TCP, UDP
- 3 Réseau IPv4, IPv6

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...
- 5 Session ...
- 4 Transport TCP, UDP
- 3 Réseau IPv4, IPv6
- 2 Liaison MAC

# Le modèle OSI

- 7 Application ...
- 6 Présentation ...
- 5 Session ...
- 4 Transport TCP, UDP
- 3 Réseau IPv4, IPv6
- 2 Liaison MAC
- 1 Physique 802.3, 802.11



# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre
- Adresses privées (non routables sur Internet) :

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre
- Adresses privées (non routables sur Internet) :
  - 10.0.0.0/8

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre
- Adresses privées (non routables sur Internet) :
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12



# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre
- Adresses privées (non routables sur Internet) :
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16

# IPv4 et routage

- Chaque partie d'un réseau peut être désignée par un "préfixe"
  - Avec son adresse : 72.43.128.0
  - Et son masque : 255.255.255.0
  - Notation CIDR : 72.43.128.0/24
- Table de routage = liste de préfixes + quelle machine contacter pour les joindre
- Adresses privées (non routables sur Internet) :
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16
- Adresse publique = routable sur Internet = identifiant unique sur le réseau

# Administration d'Internet

- Institutions :

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique
- Leurs rôles :

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique
- Leurs rôles :
  - Attribution de plages d'IP aux RIRs

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique
- Leurs rôles :
  - Attribution de plages d'IP aux RIRs
  - Attribution d'Autonomous System (pour le routage BGP)



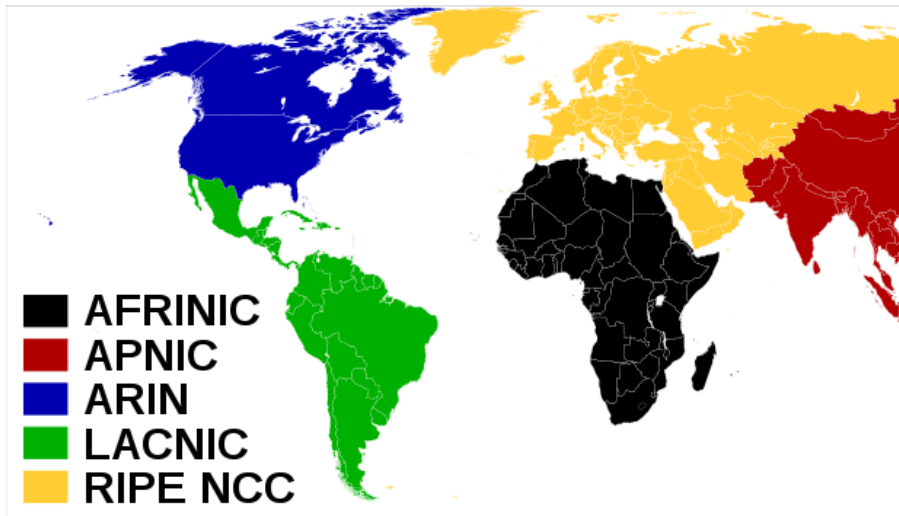
# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique
- Leurs rôles :
  - Attribution de plages d'IP aux RIRs
  - Attribution d'Autonomous System (pour le routage BGP)
  - Attribution des noms de domaine (et gestion des "root servers")

# Administration d'Internet

- Institutions :
  - ICANN pour le coté "business"
  - IANA pour la partie technique
- Leurs rôles :
  - Attribution de plages d'IP aux RIRs
  - Attribution d'Autonomous System (pour le routage BGP)
  - Attribution des noms de domaine (et gestion des "root servers")
- Gestion américaine seulement, donc ...

# Regional Internet Registries



# Problème : le NAT

- Network Address Translation

# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique

# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique
  - Machines automatiquement “cachées” derrière le NAT

# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique
  - Machines automatiquement “cachées” derrière le NAT
  - Pas de possibilité de les joindre directement, sauf bidouille (port forwarding)

# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique
  - Machines automatiquement “cachées” derrière le NAT
  - Pas de possibilité de les joindre directement, sauf bidouille (port forwarding)
- Pourquoi le NAT est arrivé ?



# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique
  - Machines automatiquement “cachées” derrière le NAT
  - Pas de possibilité de les joindre directement, sauf bidouille (port forwarding)
- Pourquoi le NAT est arrivé ?
  - ISP radins (une seule IP par abonnement “grand public”)

# Problème : le NAT

- Network Address Translation
  - Permet de router plusieurs machines derrière une seule IP publique
  - Machines automatiquement “cachées” derrière le NAT
  - Pas de possibilité de les joindre directement, sauf bidouille (port forwarding)
- Pourquoi le NAT est arrivé ?
  - ISP radins (une seule IP par abonnement “grand public”)
  - **Pratique pour les entreprises : on “cache” la structure interne de son réseau (grand secret ?)**

# Problème : l'épuisement d'adresses

- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011

# Problème : l'épuisement d'adresses

- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011
- Plus d'IPv4 distribuées par les RIRs en 2012

# Problème : l'épuisement d'adresses

- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011
- Plus d'IPv4 distribuées par les RIRs en 2012
- Les ISPs peu après

# Problème : l'épuisement d'adresses

- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011
- Plus d'IPv4 distribuées par les RIRs en 2012
- Les ISPs peu après
- **Ce qui arrive :**

# Problème : l'épuisement d'adresses

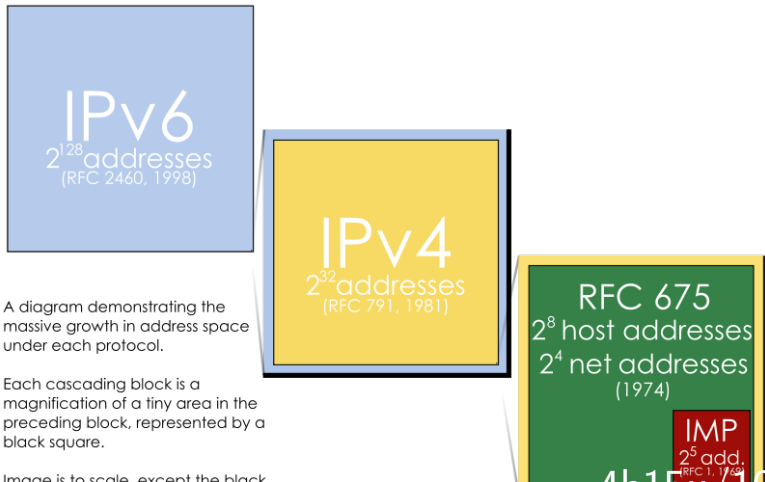
- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011
- Plus d'IPv4 distribuées par les RIRs en 2012
- Les ISPs peu après
- Ce qui arrive :
  - Les NATs géants

# Problème : l'épuisement d'adresses

- Plus d'IPv4 distribuées par l'IANA en 2011
- Plus d'IPv4 distribuées par les RIRs en 2012
- Les ISPs peu après
- Ce qui arrive :
  - Les NATs géants
  - L'adresse IP publique facturée plus cher



- Pour la taille, on a vu large : 128bits au lieu de 32bits



A diagram demonstrating the massive growth in address space under each protocol.

Each cascading block is a magnification of a tiny area in the preceding block, represented by a black square.

Image is to scale, except the black

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :
  - Un préfixe : 2001:910:103a::/48

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :
  - Un préfixe : 2001:910:103a::/48
  - Une adresse : 2001:910:103a::1

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :
  - Un préfixe : 2001:910:103a::/48
  - Une adresse : 2001:910:103a::1
- Routage : même principe qu'en IPv4

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :
  - Un préfixe : 2001:910:103a::/48
  - Une adresse : 2001:910:103a::1
- Routage : même principe qu'en IPv4
- Protocoles auxiliaires (DHCP, ARP) remplacés par ICMPv6

# Adresses IPv6 et routage

- Exemple :
  - Un préfixe : 2001:910:103a::/48
  - Une adresse : 2001:910:103a::1
- Routage : même principe qu'en IPv4
- Protocoles auxiliaires (DHCP, ARP) remplacés par ICMPv6
- Autoconfiguration !

# Avantages

- Gestion intégrée d'IPSec



# Avantages

- Gestion intégrée d'IPSec
- Multicast aussi

# Avantages

- Gestion intégrée d'IPSec
- Multicast aussi
- Plus imple à router (header plus simple, pas de fragmentation)

# Avantages

- Gestion intégrée d'IPSec
- Multicast aussi
- Plus imple à router (header plus simple, pas de fragmentation)
- **Mobilité, Jumbograms, ...**

# Avantages

- Gestion intégrée d'IPSec
- Multicast aussi
- Plus simple à router (header plus simple, pas de fragmentation)
- Mobilité, Jumbograms, ...
- Et surtout : une IP publique pour tout le monde !

# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)

# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)
- P2P

# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)
- P2P
- Échange de données entre postes simplifié (plus de limites dues au passage par un serveur)

# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)
- P2P
- Échange de données entre postes simplifié (plus de limites dues au passage par un serveur)
- **Auto-hébergement**



# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)
- P2P
- Échange de données entre postes simplifié (plus de limites dues au passage par un serveur)
- Auto-hébergement
- Services plus facilement distribuables (le NAT impose le contrôle de l'ISP tout puissant)

# Une IP publique pour quoi faire ?

- VoIP (SIP)
- P2P
- Échange de données entre postes simplifié (plus de limites dues au passage par un serveur)
- Auto-hébergement
- Services plus facilement distribuables (le NAT impose le contrôle de l'ISP tout puissant)
- À vous de trouver ?

# Les blocages à la migration

- “La migration coûte cher” : mais gérer les NATs et toutes les bidouilles aussi

# Les blocages à la migration

- “La migration coûte cher” : mais gérer les NATs et toutes les bidouilles aussi
- “Atteinte à la vie privée” : pas plus qu’IPv4, et sinon vous avez la “radomisation” d’adresses

# Les blocages à la migration

- “La migration coûte cher” : mais gérer les NATs et toutes les bidouilles aussi
- “Atteinte à la vie privée” : pas plus qu’IPv4, et sinon vous avez la “radomisation” d’adresses
- Perte de contrôle des ISP sur ce qu’il se passe derrière leurs box ...

# Les blocages à la migration

- “La migration coûte cher” : mais gérer les NATs et toutes les bidouilles aussi
- “Atteinte à la vie privée” : pas plus qu’IPv4, et sinon vous avez la “radomisation” d’adresses
- Perte de contrôle des ISP sur ce qu’il se passe derrière leurs box ...
- Une denrée rare coûte cher (principe de l’économie de marché), donc pourquoi passer à un système de ressources quasi-infini ?

- Testez Internet en IPv6 !

- Testez Internet en IPv6 !
  - Si le 4bis le veut bien ...