

INTERNET PROTOCOL VERSION 6 IPV6

LP ESSIR

Anthony Busson

Plan

1. Présentation- motivation
2. Principe de base
3. Adressage
4. Paquet IPv6 et options
5. ICMPv6
6. Auto-configuration
7. Résolution adresse

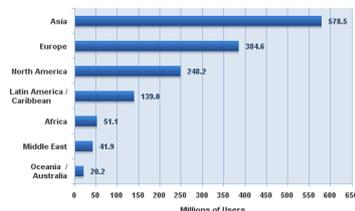
1. PRÉSENTATION - MOTIVATION

Ce qui va causer un manque d'adresse

- Réveil de la zone Asie pacifique
- La téléphonie mobile avec GPRS et les services de 3/4ème génération (un téléphone = au moins une adresse)
- Les réseaux domotiques/ambiants

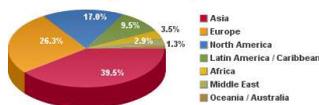
Internet aujourd'hui

Internet Users in the World
by Geographic Regions



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
Estimated Internet users is 1,463,632,361 for Q2 2008
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group

World Internet Users
by World Regions



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
1,463,632,361 Internet users for June 30, 2008
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group

Sources :

- <http://whois.domaintools.com/internet-statistics/country-ip-counts.html>
- <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- <http://www.fixedorbit.com/stats.htm>

Update: 01/01/2012

IP space (used) 2,209,843,553 (58.8%)
IP space (assigned) 3,473,104,640 (93%)

Assigned Addresses

1	1,533,397,310	UNITED STATES
2	229,814,136	UNITED KINGDOM
3	166,019,984	CHINA
4	165,783,557	JAPAN
5	104,515,438	GERMANY
6	81,147,698	FRANCE
7	74,825,026	CANADA
8	65,963,569	KOREA, REPUBLIC OF
9	41,461,633	NETHERLANDS
10	40,117,845	ITALY
11	36,415,439	AUSTRALIA
38	4,407,099	VIET NAM

Motivations

- Historique des allocations d'adresses IPv4
 - 1981 naissance de IPv4
 - 1985 1/16 espace d'adressage alloué
 - 1990 1/8 espace d'adressage alloué
 - 1995 1/4 espace d'adressage alloué
 - 2000 1/2 espace d'adressage alloué
 - 2012 93% de l'espace d'adressage alloué.
- Autres inconvénients
 - Partage d'adresse (DHCP)
 - CIDR (complexifie l'adressage/l'administration)
 - NAT (network Address Translation)

2. PRINCIPE DE BASE

Principe de base

- Les principes de bases reste identiques à ceux de l'IPv4. IPv6 définit:
 - Adressage
 - Format des paquets
 - Procédure d'acheminement

Principe de base : adressage

- Adressage
 - Le format des adresses changent
 - Principe du découpage « réseau / host » identique
 - Routage directe/indirecte identique
 - L'adressage des interfaces changent:
 - IPv4: une interface = une adresse
 - IPv6: une interface = une ou plusieurs adresses
 - IPv6: une adresse peut avoir plusieurs portées

Principe de base: format des paquets

- Format des paquets
 - Le format du paquet change
 - Adresses plus longue
 - Plus d'options (voir plus loin)
 - Plus de fragmentation (voir plus loin)

Principe de base: acheminement

- Acheminement Identique à l'IPv4 sur les points suivants:
 - Best effort
 - QoS géré par des protocoles/mécanismes externes
 - Acheminement basé sur la notion de sous réseau
 - Table de routage de même format (mais distincte de l'IPv4)
 - ICMPv6 notifie les erreurs
 - Protocole de routage « externe » permettant la mise à jour des tables de routage

3. LES ADRESSES IPV6

Adressage IPv6 (1)

- L'adressage IPv6 est décrit dans le RFC 3513 (rend le RFC 2373 obsolète).
- L'adresse est codé sur 16 octets (128 bits)
(340.282.266.920.938.463.463.374.607.431.768.211.465 adresses).
- Elle est représentée sous forme hexadécimal (insensible à la casse)

2001:0001:4F34:0000:0000:0000:2006:AE14
← 8 mots de 2 octets →

- Il n'est pas nécessaire de représenter les 0 en têtes

2001:1:4F34:0:0:0:2006:AE14

- Les champs nuls consécutifs peuvent être abrégés (ne peut apparaître qu'une fois).

2001:1:4F34::2006:AE14

Adressage IPv6 (2)

- Exemple : adresse de loopback

0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

=> ::1

- Une adresse IPv6 dans un URL s'écrit

http://[2001:1:4F34::2006:AE14]/index.html

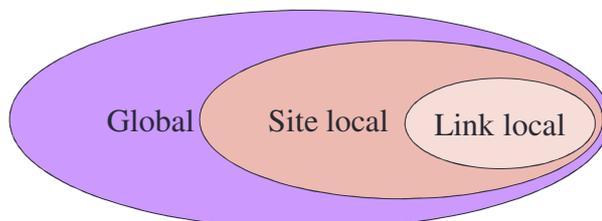
http://[2001:1:4F34::2006:AE14]:8080/index.html

Exercice 1: adresses

- Comprimez les adresses suivantes:
 - 2001:00A1:0001:A000:0003:0234:EA10:0001
 - FE80:0000:0000:000A:0AE2:E100:00A6:A000
 - 2011:0000:0000:0000:000F:0000:0000:1203
- Complétez les adresses suivantes
 - FE80::12:A01:0:0:1
 - 2001:E:1023::1234:0:A000

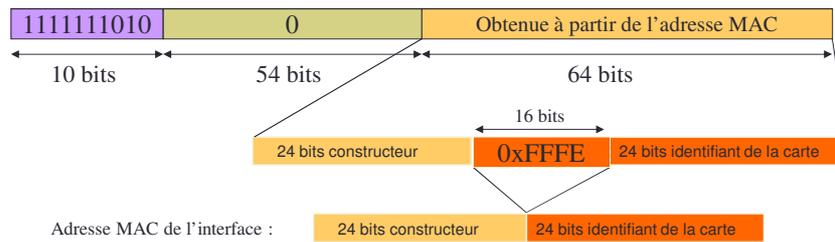
Adressage IPv6 (3)

- Les adresses ont une portée
 - Link local
 - Site local
 - Global



Adresse Link local

- Adresse configuré automatiquement par la station pour une interface.
- Permet de communiquer sur un LAN en l'absence de routeurs.
- Structure : `FE80::/10`



Note: Le septième bit à partir du poids fort de l'identifiant d'interface est mis à 1 pour indiquer que l'adresse est unique mondialement.

Adresse Site local

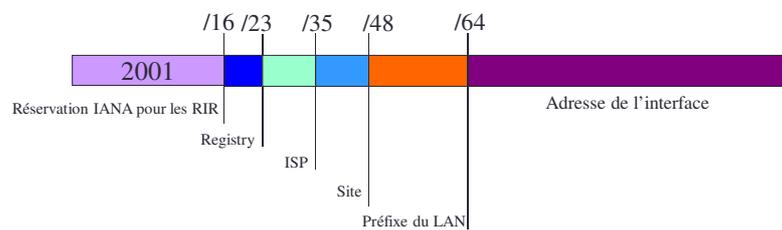
- Permet d'adresser les machines d'un site sans être connecté à l'Internet ni d'avoir de préfixe.
- Equivalent des adresses privées dans IPv4.
- Structure : `FE80::/10`



Deprecated RFC 3879
(Septembre 2004)

Global unicast addresses

- RFC 3587
- IANA a alloué le préfixe 2001::/16 pour les RIR (Regional Internet Registries : APNIC, ARIN, RIPE NCC)
- Chaque RIR se voit alloué un préfixe /23
- Les RIR allouent des préfixes /35 aux ISP
- Les ISP allouent des préfixes /48 aux sites



Exercice 2

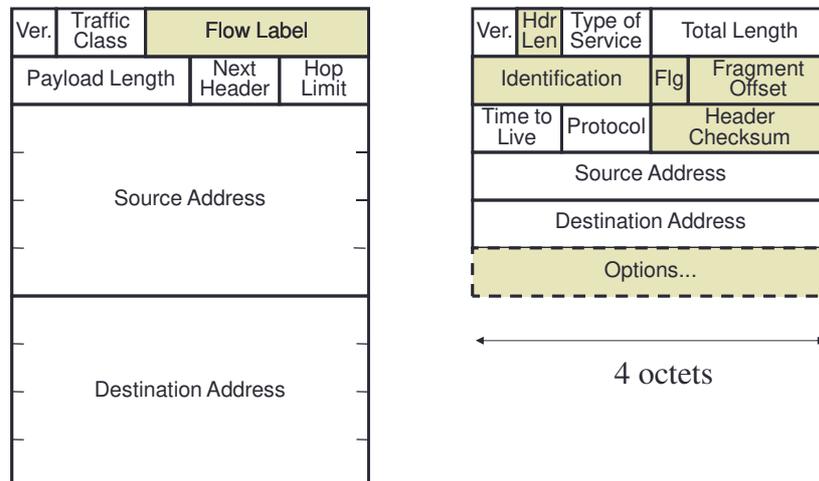
- Avec le système d'assignations ci-dessus:
 - Combien un ISP pourra t-il adresser de clients (entreprises)?
 - Combien une entreprise pourra t-elle adresser de sous réseaux?
 - Combien peut-on avoir de machines (hosts) par sous réseaux?

Exercice 3

- Une entreprise récupère la plage d'adresse IPv6 2001:1:2::/48 de son opérateur.
- Il doit adresser 5 sous réseaux avec 200 PCs environ sur chacun d'eux.
- Proposer des adresses réseaux pour ces 5 sous réseaux.
- Donner pour chacun de ces sous réseaux, une adresse IPv6 valide.

4. PAQUET IPV6 ET OPTIONS

Paquet IPv6 vs IPv4



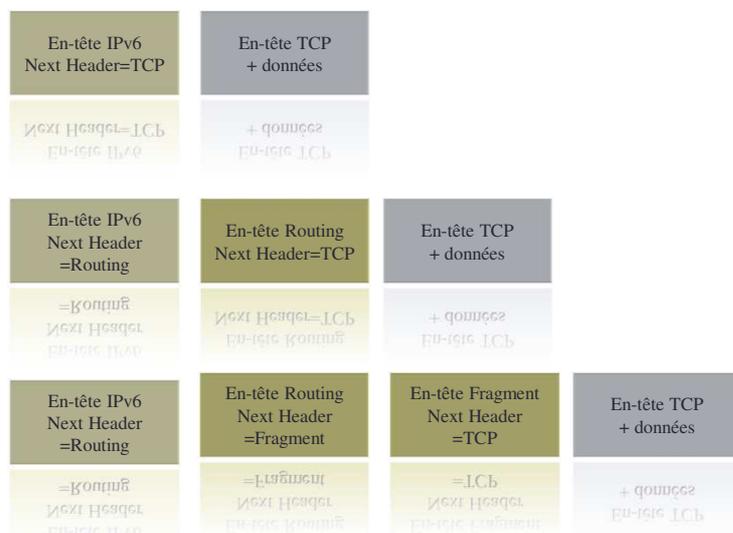
Les champs de l'en-tête IPv6

- Version (4 bits) : égale à 6.
- Traffic class (8 bits) : classe de trafic diff-serv.
- Flow label (20 bits) : identificateur de flux.
- Payload length (16 bits) : taille des données utiles en octets.
- Next Header (8 bits) : identifie soit le protocole de niveau supérieur soit la prochaine option IPv6 (Extension Header).
- Hop limit (8 bits) : TTL IPv4.
- Source adress et Destination adress (2x8 octets)

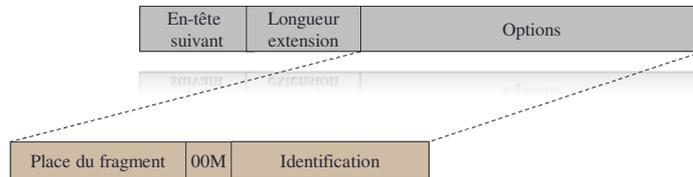
Le checksum?

- En IPv4:
 - Les trames de niveau liaison offre généralement un contrôle du contenu de la trame par un CRC (PPP, ethernet).
 - Idem au niveau UDP (optionnel) et TCP (obligatoire).
 - Vérification et recalcul systématique du Checksum par les routeurs.
- En IPv6:
 - Plus de checksum au niveau IP
 - Devient obligatoire au niveau supérieure.

Fonctionnement des options



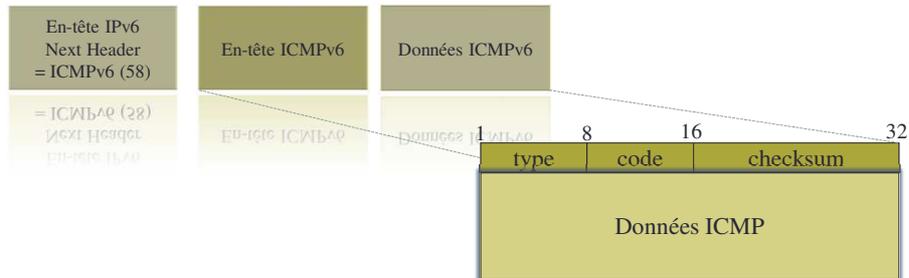
Fragment extension



- Fonctionnement identique à la fragmentation dans IPv4.
- La fragmentation ne se fait que de bout en bout : les routeurs ne fragmente pas (disparition du drapeau DF).
- Place du fragment (13 bits): nombre de mots de 8 bits qui sépare le début du paquet du premier octet du fragment.
- M: indique si il s'agit du dernier fragment ou non (vaut 1 si il reste des fragments).
- Identification : identifiant du paquet (commun à tous les fragments).

5. ICMPV6

Format du message ICMPv6



- Type : nature du message ICMP
- Code : cause du message ICMP
- Checksum : permet de vérifier l'intégrité du message ICMP.

Type	Description	Code	References	
ICMPv6: Type et code	1	Destination unreachable.	0 - no route to destination 1 - communication with destination administratively prohibite 2 - (not assigned) 3 - address unreachable 4 - port unreachable	RFC 2463
	2	Packet too big.	0	RFC 2463
	3	Time exceeded.	0 - hop limit exceeded in transit 1 - fragment reassembly time exceeded	RFC 2463
	4	Parameter problem.	0 - erroneous header field encountered 1 - unrecognized Next Header type encountered 2 - unrecognized IPv6 option encountered	RFC 2463
	128	Echo request.	0	RFC 2463
	129	Echo reply.	0	RFC 2463
	130	Group Membership Query.	0	
	131	Group Membership Report.	0	
	132	Group Membership Reduction.	0	
	133	Router Solicitation.	0	RFC 2461
	134	Router Advertisement.	0	RFC 2461
	135	Neighbor Solicitation.	0	RFC 2461
	136	Neighbor Advertisement.	0	RFC 2461
	137	Redirect.	0	RFC 2461
	138	Router Renumbering.	0 - Router Renumbering Command 1 - Router Renumbering Result 255 - Sequence Number Reset	RFC 2894
	139	ICMP Node Information Query.		RFC 4620
	140	ICMP Node Information Response.		RFC 4620
	141	Inverse Neighbor Discovery Solicitation Message.	0	RFC 3122
	142	Inverse Neighbor Discovery Advertisement Message.	0	RFC 3122

Exercice 4: ICMPv6

Donnez un exemple de configuration/cas où l'on peut observer les messages ICMPv6 suivant:

- Packet too big
- Redirect
- Echo Request / Echo Reply
- Time exceeded
- Destination unreachable
 - Port unreachable
 - No route to destination
 - Destination administratively prohibited

- Neighbor solicitation
- Neighbor advertisement
- Router solicitation
- Router advertisement

6. CONFIGURATION SANS ÉTAT

Annonce du routeur (1)



ICMPv6 Router Advertisement:

ICMP Type =134

Src = Adresse link-local du routeur

Dst = All-nodes multicast adress

Données = options,préfixe, tps de vie,
drapeau d'auto-configuration

- Messages émis périodiquement ou en réponse à une sollicitation. Il donne les informations aux machines pour qu'elles puissent s'auto-configurer

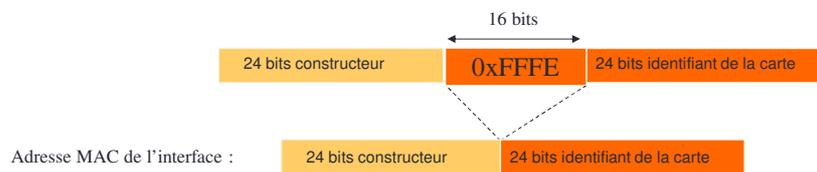
Annonce du routeur (2)

1	8	16	32
Type=134	Code=0	checksum	
Saut max	MOH-----	Durée de vie du routeur	
durée d'accessibilité			
temporisation de retransmission			
Options (adresse physique de la source, information sur le préfixe, MTU)			

- Saut max : indique le TTL qui doit être utilisé sur le réseau
- Drapeau
 - M : indique que l'adresse de l'équipement doit être obtenue via un serveur DHCP
 - O : service de configuration autre que l'adresse
 - H : le routeur peut être utilisé comme agent mère pour la mobilité
- Durée de vie du routeur (en secondes) : durée durant laquelle le routeur fait office de routeur par défaut.
- Durée d'accessibilité (en millisecondes): durée de validité des caches des équipements du réseau (par exemple la correspondance entre adresses MAC et IPv6).
- Temporisation de retransmission (en millisecondes): période d'émission des annonces émanant du routeur

Auto-configuration sans état

- Configuration sans état :
 - Aucune configuration manuelle des machines
 - Nécessite un réseau à diffusion
 - Uniquement pour les machines, ne permet pas aux routeurs de s'autoconfigurer.
- Chaque équipement configure son adresse link-local.
- Pour les adresses globales, cela requiert :
 - un identifiant pour les 64 bits identifiant l'interface,
 - le préfixe du sous-réseau sur lequel se trouve l'interface.
- Le préfixe est obtenue par des annonces faites par les routeurs
- L'identifiant est obtenue soit :
 - grâce à l'adresse MAC,



- ou bien, est générée plus ou moins aléatoirement.

Sollicitation du routeur



ICMPv6 Router Solicitation:
ICMP Type =133
Src = adresse indéterminée
Dst = All-routers multicast adress

- La sollicitation du routeur (Router solicitation) est un paquet ICMPv6 émis par un équipement au démarrage pour recevoir plus rapidement les informations du routeur.

Exercice 4

- Un routeur diffuse un RA avec le préfixe 2001:1::/64
- Un PC a une interface Ethernet sur ce sous réseau avec l'adresse MAC 00:50:56:C0:00:06
- Quelle sera son adresse IPv6 ?
- Quelle sera sa passerelle par défaut?

7. RESOLUTION ADRESSE MAC

Résolution Adresse IPv6 → adresse physique



ICMPv6 neighbor discovery (ICMP Type =135)
Src = link local or global
Dst = Solicited node multicast of A
Données = adresse MAC de A (optionnelle)

ICMPv6 neighbor discovery (ICMP Type =136)
Src = adresse link or global
Dst = adresse de l'émetteur de la sollicitation
Données = adresse MAC de B

Détection de duplication d'adresse



ICMPv6 neighbor discovery:
ICMP Type =135
Src = 0 (::)
Dst = Solicited node multicast of A
Données = adresse MAC de A

- Au démarrage, un équipement vérifie que son adresse IPv6 n'existe pas déjà sur le réseau.

Autres apports de l'IPv6 et conclusions

- Sécurité:
 - Intégration obligatoire d'IPsec à la pile TCP/IPv6
- Mobilité
 - Solution de gestion de la mobilité au travers de mécanismes spécifiques: options / ICMPv6
- Déploiements:
 - ISP
 - Systèmes d'exploitations
 - Manque les sites d'entreprises / particulier / campus
- Protocoles toujours en évolution:
 - RFCs mis à jour par l'IETF

Exercice 5: questions diverses

1. Le principe du routage dynamique est-il modifié en IPv6?
2. Une interface IP peut avoir combien d'adresses IP en v4 et en v6?
3. Il n'y a plus de notions de sous-réseau en IPv6?
4. Si on utilise l'auto-configuration, que doit configurer l'administrateur réseau?
5. Il n'y a plus d'ARP en IPv6?
6. Un système d'exploitation ne peut pas utiliser l'IPv4 et l'IPv6 en même temps?
7. L'IPv6 est-il plus rapide, plus fiable, que l'IPv4?