

1. But du TD

Avec le développement d'Internet et le nombre croissant de machines connectées au réseau nécessitant une adresse IP, le nombre d'adresses disponibles pour le protocole IPv4 est en passe de devenir insuffisant.

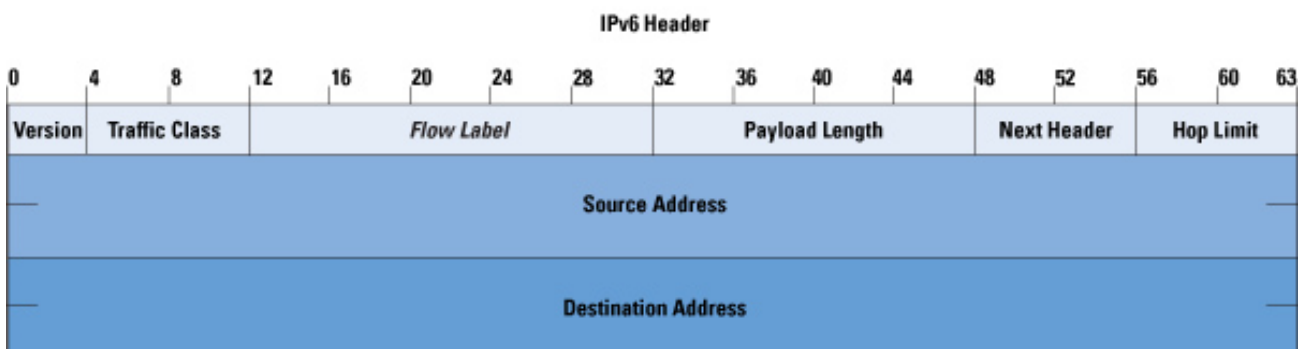
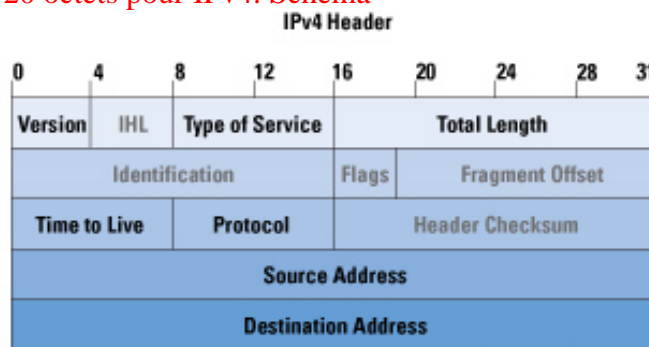
Pour faire face aux problèmes et limites d'IPv4 des groupes de travail ce sont mis en place dès 1993 pour faire émerger un nouveau protocole palliant les problèmes du précédent. Il s'agit d'IPv6. L'objectif de ce TD est de vous présenter en détail le fonctionnement de ce protocole et d'introduire le TP.

L'IANA a distribué ses derniers blocs d'adresses IP (5 blocs de 16 M d'adresses) le 03/02/2011, laissant aux registres régionaux d'internet (RIRs) la distributions des derniers blocs, qui devraient s'épuiser dans quelques mois.

2. Généralités et Adressage

Le protocole IPv6 annonce certains changements dans la conception des en-têtes et de l'adressage IP.

- Quelle est la taille d'un en-tête IPv6 ? Quel est celui d'un en-tête IPv4 ?
40 octets pour IPv6, 20 octets pour IPv4. Schéma



- Le champ « Protocol » de l'en-tête des datagrammes IPv4 n'est pas présent dans l'en-tête IPv6. Pourquoi ?

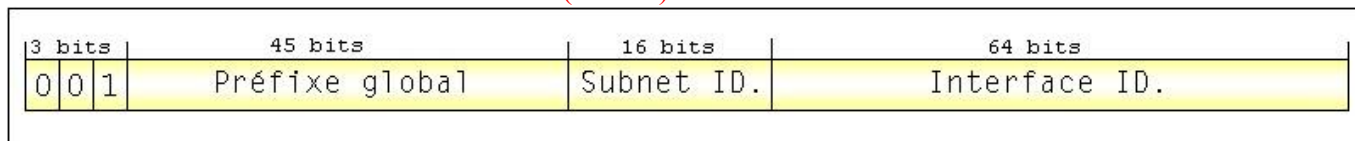
Il est remplacé par le champ « En-tête suivant » dans l'en-tête IPv6. Ce champ va indiquer s'il y a un en-tête d'extension ou si la suite du paquet est un datagramme pour une couche supérieure.

- Quelle est la taille d'une adresse IPv6 ? Quel est son format ?

La représentation textuelle d'une adresse IPv6 se fait en découpant le mot 128 bits de l'adresse en 8 mots de 16 bits séparés par le caractère « : » ; X :X :X :X :X :X :X :X

Son format est défini dans le RFC 3587

- 48 bits => une topologie publique allouée par le fournisseur d'accès (global routing prefix),
- 16 bits => une topologie de site codé sur 16 bits. Ce champ permet de coder les numéros de sous réseau du site ;
- 64 bits identifiant de l'interface (64 bits).



- Indiquez les particularités des adresses suivantes :
 - o FF01:0 :0 :0 :8 :800 :200C :417A (Multicast) ff00::/8
 - o ::1 (bouclage)
 - o 1080 ::A110 : 123 :: FE02 (Notation incorrecte)
 - o FEC4::1 (Adresse de site local) fec0::/10
 - o FE80 ::0A10: FCFF :FE32 :A802 (Adresse local du lien) fe80 ::/10
 - o 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 148.60.12.21 (Adresse IPV4 compatible) ::148.60.12.21
 - o 2002 : 0303 : 0303 :: /48 (Adresse 6to4 dans le cas d'un tunnel IPv6 dans v4. Ici elle correspond à 3.3.3.3) 16bits 2002 32bits adresse IPv4 16 bits subnet 64 bits ID Interface.

- Quelles sont les différents type d'adresses IPv6 ?

RFC 4291

Address type	Binary prefix	IPv6 notation	Commentaire
Unspecified	00...0 (128 bits)	::/128	
Loopback	00...1 (128 bits)	::1/128	
Multicast	11111111	FF00::/8	ffxy:: x : tempo ou permanente y : portée (1 : nœud, 2 : lien, 5 : site, e : globale, ...)
Link-Local unicast	<u>1111111010</u>	FE80::/10	
Global Unicast	(everything else)		

Il n'y a plus de broadcast dans IPv6

Il y a Anycast : Sur Internet, anycast est habituellement implémenté en utilisant BGP qui annonce simultanément la même tranche d'adresses IP depuis plusieurs endroits du réseau. De cette façon, les paquets sont routés vers le point le "plus proche" du réseau annonçant la route de destination.

adresse IPv6 avec adresse IPv4 intégrée		
adresse IPv6 mappée IPv4	::ffff:a.b.c.d/96	Transparent use of TCP over IPv4 through the IPv6 networking API
adresse IPv6 compatible IPv4	::a.b.c.d/96	Utilisée pour le tunneling automatique
adresse lien-local	fe8x: <-seul en usage fe9x: feax: febx:	le paquet ne devrait jamais franchir un routeur (x=0 le plus couramment)
adresse site-local	fecx: <-couramment utilisé. fedx: feex: fefx:	Adresse de site local restreinte au site. Un site non relié à Internet. Equivalente aux concepts d'adresses IPv4

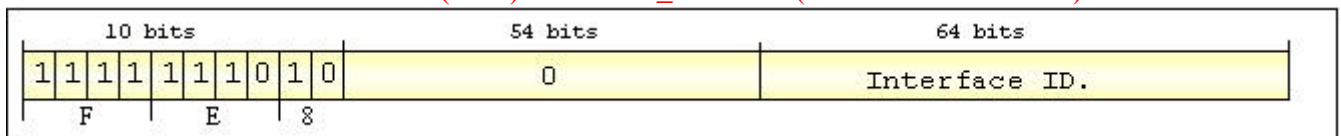
		(10.0.0.0/8, 192.168.0.0/16)
Autre adresse unicast globale	2xxx: 3xxx:	
adresses de test 6bone	3ffe:	
adresses 6to4	2002:/16	conçu pour un mécanisme précis de tunneling
Autre adresse unicast globale		
Anycast	Prefix = prefix du réseau + identifiant anycast	Même format que unicast

- Quelle est la durée de vie par défaut d'une adresse IPv6 ?
30 jours par défaut.

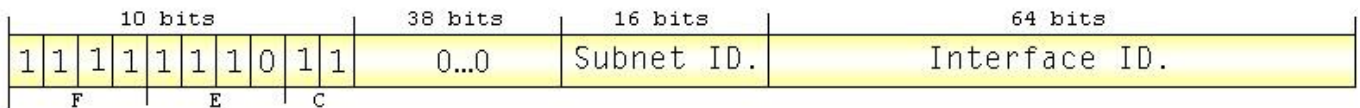
Les préfixes restent dans tous les cas la propriété des opérateurs. Ils ne peuvent plus être attribués "à vie" aux équipements. Pour faciliter la renumérotation d'une machine l'attribution d'une adresse à une interface est faite temporairement. La valeur par défaut de la durée de vie d'une adresse est de 30 jours. L'adresse lien-local a une durée de vie illimitée.

- Comment est construite une adresse de lien local ? site local ? plan agrégé ?

Lien local : 11111110 :10 54bits (Zéro) 64 bits ID_Interface (24constFFFE 24iden)

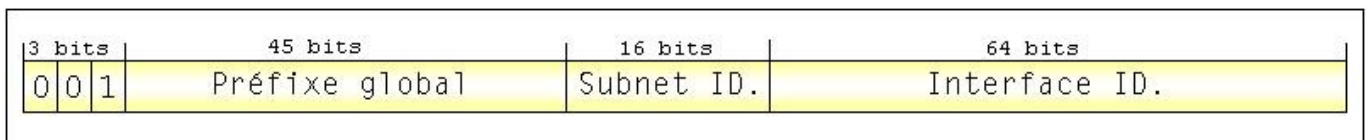


Site local : 11111110 :11 38bits (Zero), 16bits IDsubnet 64bits ID_Interface



Plan d'adressage agrégé: 2000::/3 internet, topologie publique utilisant 48 bits allouée par le fournisseur d'accès.

L'adressage IPv6 est structurée en plusieurs niveaux selon un modèle dit "agrégé". Cette composition devrait permettre une meilleure agrégation des routes et une diminution de la tailles des tables de routage.



Même le prefix global est fragmenter en sous champs pour permettre une meilleur aggregation : TLA (Top Level Aggregator), Site Level Aggregator (subnet id)

3. ICMPv6

- Lors de la configuration automatique sans état dans IPv6, une station construit une adresse locale de lien afin de pouvoir communiquer avec les routeurs connectés au lien. Décrivez le mécanisme utilisé par la station pour s'assurer que cette adresse locale n'est pas utilisée dans le réseau

Elle envoie un message « Sollicitation de voisins : neighbor solicitation » à toute les machines du lien avec l'adresse qu'elle vient de construire (equi. Gratuitious ARP). S'il elle n'a pas de réponse elle est seule à utiliser cette adresse.

The solicited-node multicast address consists of the prefix FF02::1:FF00:0/104 and the last 24-bits of the IPv6 address that is being resolved **Pourquoi 24 bits? (adresse MAC 48bits don't 24 bits constructeur)**

1. To resolve the FE80::2AA:FF:FE28:9C5A address to its link layer address, a node sends a Neighbor Solicitation message to the solicited-node address of FF02::1:FF28:9C5A.

Type	Code	Checksum
Reserved		
Target Address		
Options..		

2. The node using the address of FE80::2AA:FF:FE28:9C5A is listening for multicast traffic at the solicited-node address FF02::1:FF28:9C5A. For interfaces that correspond to a physical network adapter, it has registered the corresponding multicast address with the network adapter.
3. The answer if any is a Neighbor Advertisement:

Type			Code	Checksum
R	S	O	Reserved	
Target Address				
Options..				

R : Router Flag. When set, indicates that sender is a router.

S : Solicited Flag. When set, indicates that advertisement was sent in response to Neighbor Solicitation from destination address.

O : Override flag. Indicates that the advertisement should override an existing cache entry and update the cached link-layer address

- Expliquez le rôle des messages : « sollicitation de routeur » et « annonce du routeur » ?
 - Sollicitation d'un routeur est émise par un équipement au démarrage pour recevoir plus rapidement des informations du routeur. Ce message est émis à l'adresse IPv6 de multicast réservée aux routeurs sur le même lien **ff02::2**. Le champ option contient normalement l'adresse physique de l'équipement ... (**ressemble un peu à bootp**)
 - Annonce du routeur, émis périodiquement par le routeur ou en réponse à un message de sollicitation d'un routeur par un équipement. L'adresse source est celle du poste sur lequel le démon "radvd" a été configuré : par exemple **fe80::20d:61ff:fe22:3476**, l'adresse de destination est **ff02::1** ce qui correspond à l'adresse multicast de sollicitation de lien-local.
- Expliquez le mécanisme de résolution d'adresses MAC dans IPv6 (ARP dans IPv4)
 Un hôte envoie un message « sollicitation de voisin » à l'adresse multicast de tout son réseau. Il indique l'adresse IPv6 du nœud cherché. Le nœud cherche répond avec un message ICMPv6 « annonce d'un voisin » destiné au premier hôte. Il contient l'adresse MAC du nœud.

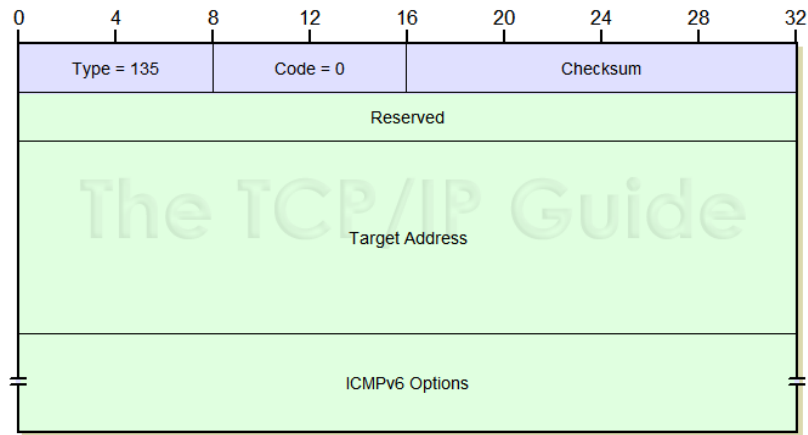


Figure 1: ICMPv6 Header

Type	Meaning
1	Destination Unreachable
2	Packet Too Big
3	Time Exceeded
4	Parameter Problem
128	Echo Request
129	Echo Reply
130	Group Membership Query
131	Group Membership Report
132	Group Membership Reduction
133	Router Solicitation
134	Router Advertisement
135	Neighbor Solicitation
136	Neighbor Advertisement
137	Redirect

- Quelle est la différence entre une autoconfiguration automatique sans état et avec état ?
 - **Config sans état** : ne demande aucune configuration manuelle (sauf du routeur qui envoi les RA). Elle se sert du protocole ICMPv6 et peut fonctionner sans routeurs. Création de l'adresse lien-local et l'adresse unicast globale en concaténant le préfixe avec l'identifiant de l'interface.
 - **Config avec état** : réduit les efforts de la config tout comme la config sans état. Elle offre une information de configuration plus riche et un contrôle sur l'affectation des paramètres de config (info de routage, service de nom DNS). Ce mécanisme repose sur le protocole DHCPv6.
- Dans IPv6, le routage par la source est plus efficace que dans IPv4. Pourquoi ?
 Le source routing consiste, pour l'expéditeur d'un paquet, à définir la route prise par ce paquet sur le réseau.
 - a) L'en-tête IP a été simplifié ;

- b) Seuls les routeurs concernés examinent l'en-tête d'extension de routage par la source. En effet, avec IPv6 l'adresse de destinataire correspond au prochain routeur dans la liste de routage par la source. Lorsqu'un routeur reçoit un tel paquet, il consulte l'en-tête d'extension pour trouver l'adresse du prochain routeur et la met à la place de l'adresse du destinataire. La dernière adresse dans la liste correspond à l'adresse de destination.