



IPv6 MISE EN ŒUVRE

THÉORIE ET PRATIQUE

`Emmanuel.Reuter@ifsttar.fr`

Avant l'IPv6

- IPv4 est la version 4 du Protocole Internet.
 - Première version du Protocole Internet à être largement déployée
 - RFC numéro 791 (RFC 791).
 - IPv4 utilise une adresse IP sur 32 bits
- Facteur limitant à l'expansion d'Internet puisque "seulement" 4 294 967 296 adresses sont possibles.
 - Cette limitation conduit à la transition d'IPv4 vers IPv6, actuellement en cours de déploiement
 - limitation contournée grâce à l'utilisation de techniques de translation d'adresses NAT ainsi que par l'adoption du système CIDR.

IPV6

- Adresse de 16 octets, soit 128bits
 - 42,5 millions de milliard d'adresses par mm² de surface terrestre.
 - Traitement des erreurs aux extrémités
 - Auto-configuration des équipements
 - Statefull (DHCP), stateless (Prefix)
 - Mobilité
 - Ecriture hexadécimale, 8 groupes de 16 bits séparés par “.”
 - 1FFF:0000:0a88:85a3:0000:0000:ac1f:8001
 - 2001:660:3100:1001:60:0:6:5018

IPV6 Adresse

- Adresse globale
 - Topologie publique : 48 bits
 - Topologie de site : 16 bits
 - Identifiant d'interface : 64 bits
- Format topologie publique
 - Préfixe : 2000::/3 identifiant le plan d'adressage
 - CRP : global routing prefixe sur 45 bits

IPV6

- Adresse IPv6
 - Préfixe : 64 bits pour adresse de sous-réseau
 - Suffixe : 64 bits pour l'hôte dans le sous-réseau
- La notation du préfixe IPv6 est calquée sur la notation CIDR définie pour IPv4 dans la RFC 1519.
 - *<préfixe-ipv6> / <longueur du préfixe>*
 - Par exemple :
 - *2001:660:7401::/48 représente un réseau*
 - *2001:660:7401:202::66/64 représente une machine*

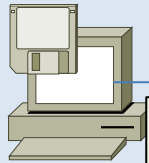
IPV6 Adresse

- Différentes adresses ont un rôle :
 - Préfixe
 - IPv6 est le sous-réseau 2000::
- Adresse commençant par 2 ou 3
- Seules adresses routées sur Internet
- Les autres adresses sont utilisées localement ou routés statiquement entre paires
- Voir <http://www.crihan.fr/res/syrhano/technique/ipv6>

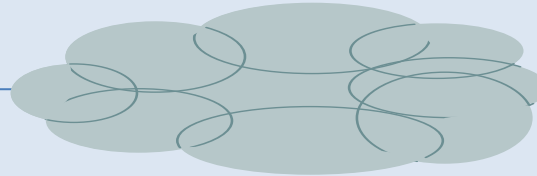
IPV6 Adresse

- Adresse de loopback
 - 0:0:0:0:0:0:0:1 ou ::1
- Adresse unicast sur lien-local
 - Fe80::/10 comme le broadcast, une communication entre noeuds voisins, découverte du réseau et auto-configuration (pas de routage)
 - Adresse par défaut : fe80:0:0:<interface_id> : fe80::2c0:9fff:fe15:a77d%5
- Adresse site-local
 - Fec0::/10 adresse non routée, +/- adresses privées ipv4
 - Ex : fec0:0:0:ffff::1%2 (deprecated)
- Adresses de multicast
 - FF02:0:0:0:0:0:0:1 All Nodes Address [RFC4291], ou FF02::1
 - FF02:0:0:0:0:0:0:2 All Routers Address [RFC4291], ou FF02::2

IPV4 - IPV6 Côte Client



IP 137.121.162.130/24
DNS 137.121.1.2
MAC : B8-CA-3A-94-71-6F



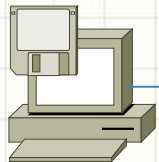
GW 137.121.162.201

Arp :

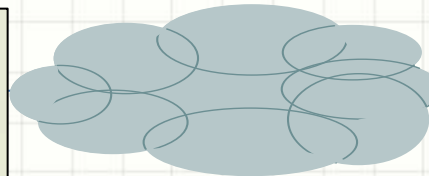
- FF:FF:FF:FF:FF:FF (who has 137.121.162.53 ?)
- 137.121.162.53 is at 00:22:19:65:80:70

DHCP:

- FF:FF:FF:FF:FF port 67, UDP



IP 2001:660:3101:2:17:0:2:1301/64
IP Int fe80::159e:ea78:2bf:1e8a%11
DNS 2001:660:3101:2:17:0:2:21/64
MAC : B8-CA-3A-94-71-6F

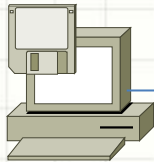


GW 2001:660:3101:2:17:0:2:2/64
fe80::222:19ff:fe65:8076/64

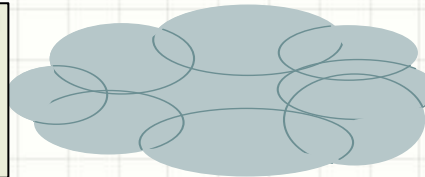
Neighbor Solicitation (ICMPv6) :

- De b8:ca:3a:94:71:6f vers 33:33:ff:02:00:25 (ipv6 multicast Address)
(Source: 2001:660:3101:2:17:0:2:101b / Destination: ff02::1:ff02:25
Target Address: 2001:660:3101:2:17:0:2:25) etc..

IPV4 - IPV6 Côte Client



IP 2001:660:3101:2:17:0:2:1301/64
IP Int fe80::159e:ea78:2bf:1e8a%11
DNS 2001:660:3101:2:17:0:2:21/64
MAC : B8-CA-3A-94-71-6F

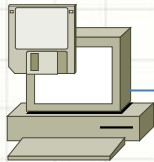


GW 2001:660:3101:2:17:0:2:2/64
fe80::222:19ff:fe65:8076/64

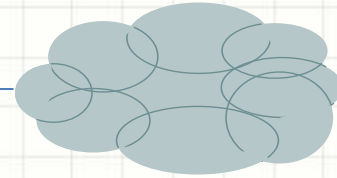
Dans le cadre du Neighbor Discovery Protocol
Router Advertisement (ICMPv6) :

- Autoconfiguration des machines sur le lien local et pour les duplications d'adresses IP (DAD)
 - Temps de validité du prefix, MTU, hop limit, Default Router Configuration (réseau stateless ou stateful)
- Le DAD : utilise le Neighbor Solicitation (FF02::1) pour essayer de trouver son adresse sur le réseau
- RS : Router Solicitation
 - Une client cherche son routeur (FF02::2)
 - Neighbor Advertisement (gratious ARP du IPv4) (FF02::1)

IPV4 - IPV6 Côte Client



IPv6 2001:660:3101:2:17:0:2:1301/64
IPv6 2001:660:3101:2:17:0:2:101b/64
(windows préféré)
IP Int fe80::159e:ea78:2bf:1e8a%11
DNS 2001:660:3101:2:17:0:2:21/64
MAC : B8-CA-3A-94-71-6F



GW 2001:660:3101:2:17:0:2:2/64
fe80::222:19ff:fe65:8076/64

Exemple d'un Router Solicitation

- De b8:ca:3a:94:71:6f vers 33:33:ff:02:00:25 (ipv6 multicast Address)
 - Source: 2001:660:3101:2:17:0:2:101b / Destination: Destination: ff02::1
ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:660:3101:2:17::/64)
 - Type: Prefix information (3)
 - Length: 4 (32 bytes)
 - Prefix Length: 64
 - Flag: 0xc0
 - Valid Lifetime: 86400
 - Preferred Lifetime: 14400
 - Prefix: 2001:660:3101:2:17::

IPv6 et DHCPv6

- RFC 3315
- Mode Client/serveur
 - Port SRC = 546, port DST = 547
- Fonctionnement
 - le client DHCPv6 envoie un Solicit (sollicitation) de [fe80::aabb:ccff:fedd:eeff]:546 à [ff02::1:2]:547.
 - le serveur DHCPv6 répond avec un Advertise (annonce) de [fe80::0011:22ff:fe33:5566]:547 à [fe80::aabb:ccff:fedd:eeff]:546.
 - le client DHCPv6 répond avec un Request (demande) de [fe80::aabb:ccff:fedd:eeff]:546 à [ff02::1:2]:547.
 - le serveur DHCPv6 termine avec un Reply de [fe80::0011:22ff:fe33:5566]:547 à [fe80::aabb:ccff:fedd:eeff]:546.

IPv6 DHCPv6

- All_DHCP_Relay_Agents_and_Servers (FF02::1:2)
 - Une adresse de lien multicast utilisé par un client pour communiquer avec tous ces voisins (neighbor) relay-agent et serveurs DHCP.
- All_DHCP_Servers (FF05::1:3)
 - Une adresse multicast d'étendue de site utilisé par un relay-agent pour communiquer avec un serveur DHCP, soit parce que le relay-agent veut envoyer à tous les serveurs ou parce qu'il ne connaît pas l'adresse Unicast des serveurs DHCP.

IPv6 et DHCP

- Capture réseau

Client Identifier

Option : Client Identifier

length: 10

value: 00030000100c0b74edf1d

DUID: 00030000100c0b74edf1d

DUID Type: link-layer address

Hardware type: Ethernet

Link-Layer address: 00:c0:b7:4e:df:1d

- Le DUID permet de faire la transition entre le DHCP V4 et le DHCP v6 car on retrouve l'adresse Ethernet dans celui-ci.

IPv6 et DHCP : DUID

```
# Script permettant d'ecouter sur une interface reseau afin d'avoir les demandes DHCP en IPV6
use IO::Socket::INET6; use IO::Socket::Multicast6;
use Net::DHCPv6::DUID::Parser;
use Proc::Daemon; use Proc::PID::File;
$|=1;
$s = IO::Socket::INET6->new(listen => 5, LocalAddr => "2001:660:3101:2:17:0:1:21",
                           LocalPort => 547, Domain => AF_INET6, Proto => 'udp') or die "BBBBBBB No dhcpv6
daemon :$@ \n";
    }

my($pcap_t) = create_pcap(); unless ( $pcap_t ) { die "Unable to create pcap"; }
# Capture packets forever.
Net::Pcap::loop($pcap_t, -1, \&process_pkt, 0);
# On ne devrait jamais arriver ici dans le code.. Boucle infinie
Net::Pcap::close($pcap_t);
```

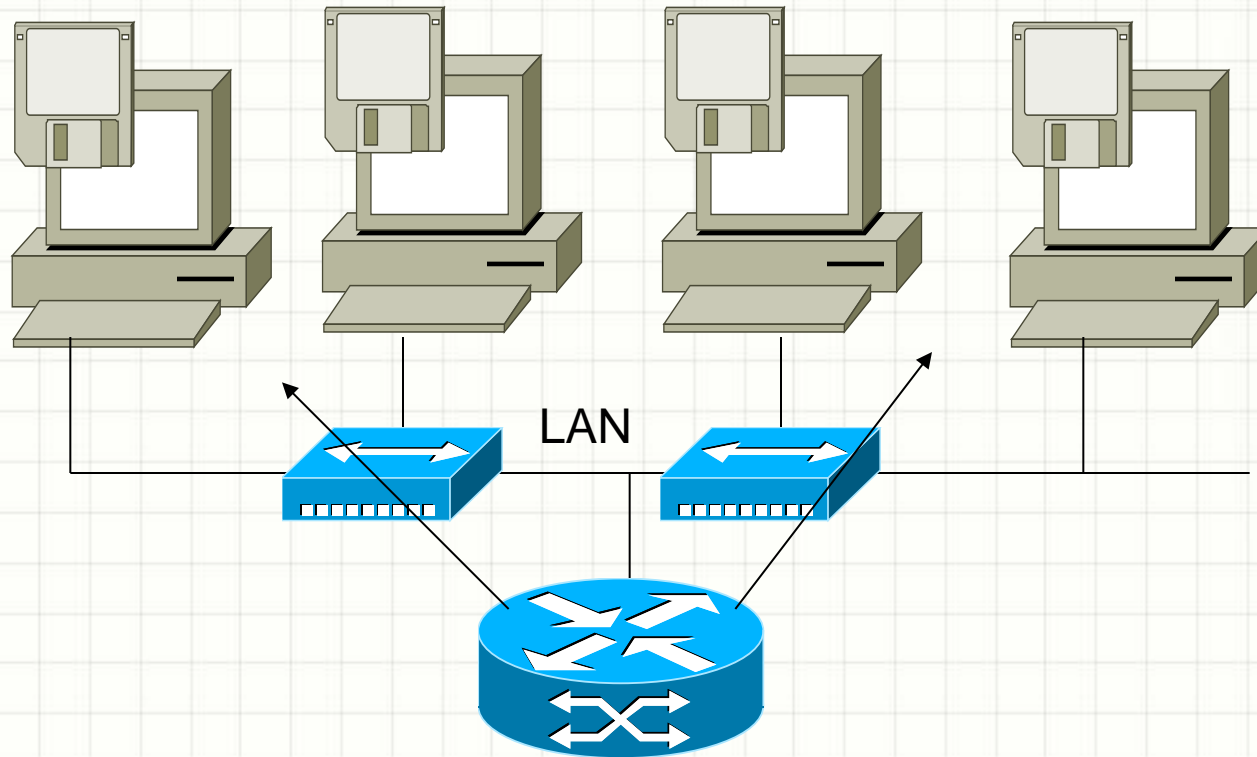
Sub process_pkt... => L'objectif est donc de récupérer dans le paquet l'adresse Ethernet du client et SURTOUT le DUID

On peut donc préparer un DHCPV6 avec des informations du DHCPV4

IPv6 et DHCP : Scripts

```
# Generated by tontouta:/data/scripts/dhcpV6.pl
option domain-name-servers 2001:660:3101:2:17::2:21;
option domain-name "inrets.fr";
host kame1 {
    duid 00:01:00:01:aa:bc;
    prefix 2001:660:3101:3::/64 infinity;
};
interface eth3 {
    address-pool pool1 3600;
};
pool pool1 {
    range 2001:660:3101:2:17:0:2:1000 to 2001:660:3101:2:17:0:2:2000;
};
host boitier_badge_10 {
    duid 00:01:00:01:0E:E0:7C:1C:00:20:a4:92:8b:bd;
    prefix 2001:660:3101:2::/64 infinity;
    address 2001:660:3101:2:17:0:1:10 infinity ;
};
```

IPv6 : Router Advertisement



RA en ICMP V6 sur le Scope Liens
De fe80::20d:56ff:fefe:b7a4 vers ff02::1

IPv6 : routage

- Les protocoles de routage compatibles IPv4 ont généralement été mis à jours
 - Pour l'IGP (Interior Gateway Protocol), OSPFv3, RIPng, ISIS for IPv6, EIGRP for IPv6.
 - Pour l'EGP (Exterior Gateway Protocol), BGP4 a été mis à jour en BGP4+ (aussi appelé Multi-Protocol Extensions for BGP4).
- Concernant les routeurs en eux-mêmes,
 - IPv6 est géré en software actuellement
 - Devrait être géré en hardware dans les routeurs et modules de routage

IPv6 Table de routage

- Windows IPv6 Table de routage (C:\Users\Administrateur>netsh int ipv6 show route)

| Publier | Type | Mét | Préfixe | Idx | Nom passerelle/interface |
|---------|------|--------|---|-----|------------------------------|
| – | Non | Manuel | 256 ::/0 | 11 | 2001:660:3101:2:17:0:2:2 |
| – | Non | Manuel | 256 ::1/128 | 1 | Loopback Pseudo-Interface 1 |
| – | Non | Manuel | 256 2001:660:3101:2::/64 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 2001:660:3101:2:17:0:2:1301/128 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 2001:660:3101:2:10d3:3827:4688:7714/128 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 2001:660:3101:2:159e:ea78:2bf:1e8a/128 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 fe80::/64 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 fe80::159e:ea78:2bf:1e8a/128 | 11 | Connexion au réseau local |
| – | Non | Manuel | 256 fe80::d58b:c897:db79:1775/128 | 19 | VirtualBox Host-Only Network |
| – | Non | Manuel | 256 ff00::/8 | 1 | Loopback Pseudo-Interface 1 |
| – | Non | Manuel | 256 ff00::/8 | 19 | VirtualBox Host-Only Network |
| – | Non | Manuel | 256 ff00::/8 | 11 | Connexion au réseau local |

IPv6 Table de routage

- Linux (# ip -6 route)
 - 2001:660:3101:2::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 mtu 1500 advmss 1440 hoplimit 0
 - fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 mtu 1500 advmss 1440 hoplimit 0
 - fe80::/64 dev eth2 proto kernel metric 256 mtu 1500 advmss 1440 hoplimit 0
 - fe80::/64 dev eth3 proto kernel metric 256 mtu 1500 advmss 1440 hoplimit 0
 - default via 2001:660:3101:2:17:0:2:1 dev eth0 metric 1 mtu 1500 advmss 1440 hoplimit 0

IPV6 Quelques commandes

- **Sous XP**

- ping6 fe80::e023:e5ff:fc9c:11d1
- voir les interfaces : netsh int ipv6 show int
- ajouter une adresse IPV6 : netsh interface ipv6 set address « N° interface" 2001:660:3101:1::12
- supprimer l'adresse IPV6 : netsh interface ipv6 delete address « N° interface" 2001:660:3001:1::12

- **Sous Vista**

- La couche IPV6 est présente

- **Sous Linux**

- Ifconfig eth0 add 2001:660:3001:1::12/128
- Ou
- ip -6 addr add 2001:660:3101:2:17:0:2:21/112 dev eth



QUESTIONS ?