

*M1 Informatique : Systèmes et réseaux*  
*02 - Routage et adressage*

Gaétan Richard  
gaetan.richard@unicaen.fr

18 septembre 2017

# I. IPv6

## Adresse IPv6 :

- ▶  $4 \times 4$  octets (128 bits) ;
- ▶ Représenté par 8 nombres en hexadécimal séparés par des :  
(ex : FE80 :0000 :0000 :0000 :0000 :0000 :0000 :0001);
- ▶ Les deux derniers champs peuvent être représenté comme une adresse IPv4  
(ex : FE80 :0000 :0000 :0000 :0000 :0000 :0.0.0.1);
- ▶ On ignore les 0 non significatifs  
(ex : FE80 :0 :0 :0 :0 :0 :0 :1);
- ▶ On peut omettre **une** fois une suite de 0 consécutive avec ::  
(ex : FE80 ::1).

## Sous-réseaux (impression de déjà vu ?)

---

Pour grouper les adresses ensembles, on utilise la notion de sous-réseau (*netmask*).

10	74	254	1
00001010	01001010	11111110	00000001

En IPv6, on utilise la notation : 2001 :660 :7101 :2 ::/64.

## Sous-réseaux (impression de déjà vu ?)

---

Pour grouper les adresses ensembles, on utilise la notion de sous-réseau (*netmask*).

10	74	254	1
00001010	01001010	11111110	00000001

- ▶ On sépare une partie **identifiant réseau** de la partie **identifiant machine**;

En IPv6, on utilise la notation : 2001 :660 :7101 :2 ::/64.

## Sous-réseaux (impression de déjà vu ?)

---

Pour grouper les adresses ensembles, on utilise la notion de sous-réseau (*netmask*).

10	74	254	1
00001010	01001010	11111110	00000001
11111111	11111111	11100000	00000000
255	255	224	0

- ▶ On sépare une partie **identifiant réseau** de la partie **identifiant machine**;
- ▶ On obtient alors un **masque réseau**;

En IPv6, on utilise la notation : 2001 :660 :7101 :2 ::/64.

## Sous-réseaux (impression de déjà vu ?)

---

Pour grouper les adresses ensembles, on utilise la notion de sous-réseau (*netmask*).

10	74	254	1
00001010	01001010	11111110	00000001
11111111	11111111	11100000	00000000
255	255	224	0

- ▶ On sépare une partie **identifiant réseau** de la partie **identifiant machine**;
- ▶ On obtient alors un **masque réseau**;
- ▶ On peut également noter ce réseaux 10.74.254/19

En IPv6, on utilise la notation : 2001 :660 :7101 :2 ::/64.

# Comparaison

---

## Avantages :

- ▶ Plus (suffisamment ?) d'adresses ;
- ▶ Pas d'adresse privée *stricto sensu*;
- ▶ incorpore ICMP ;
- ▶ permet la configuration automatique d'adresses ;
- ▶ profite de l'expérience d'IPv4 (plus clair / mieux adapté) ;
- ▶ ...

## Inconvénients :

- ▶ Manque encore quelques points (DNS automatique ?) ;
- ▶ besoin d'une transition ;
- ▶ ...

# Adresses IPv6 spécifiques

---

## Types d'adresses :

En plus des adresses “classiques” déjà vues, IPv6 dispose des adresses suivantes :

- ▶ **lien-local** : fe80 ::/64 validité sur le réseau physique ;
- ▶ **site-local (deprecated)** : fec0 ::/64;
- ▶ **localhost**: ::1;
- ▶ **multicast**: ff00 ::/8.

Il n'existe pas d'adresse de broadcast *stricto sensu* en IPv6.

**Support :** Multicast est **natif** en IPv6. De plus, IGMP est inclus dans l'ICMPv6

**Portée :** Après le préfixe ff, l'octet suivant est utilisé pour préciser la portée :

- ▶ 4 bits pour le type de l'adresse (3 utilisés actuellement) ;
- ▶ 4 bits pour la portée de diffusion.

**Groupes permanents :** Utilisés pour désigner les groupes de machines ayant une fonction (ex : routeurs, ...).

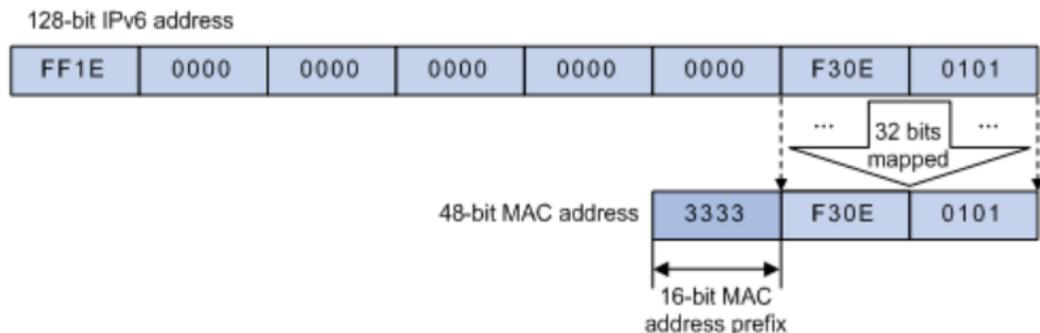
**La fin du broadcast :** Dans IPv6, les broadcast sont remplacés par des diffusions à des groupes multicasts définis.

Par exemple le groupe `ff02::1` désigne toutes les machines d'un réseau local (`ff` pour multicast, `0` pour permanent, `2` pour la portée locale et `1` groupe de toutes les machines).

## 2. Auto-configuration

# Multicast IPv6 et MAC

On associe une adresse MAC à chaque adresse IPv6.



La machine utilise alors l'adresse MAC produite pour “écouter” les paquets multicast.

# Adresse link-local

---

## Adresse unique :

- ▶ Adresse MAC : xx :xx :xx :xx :xx :xx (6 octets)
- ▶ Adresse EUI-64 : xx :xx :xx :ff:fe:xx :xx :xx (8 octets)
- ▶ Adresse **link-local**: fe80 ::xx :xx :xx :ff:fe:xx :xx :x.

**Validité** : Cette adresse n'est valide que sur le réseau local.

# Étape 1

---

## Vérifier que l'adresse n'est pas utilisée :

La machine envoie un paquet **Neighbor Solicitation** à l'adresse multicast sollicitée forgée à partir de l'adresse link-local désirée. À cette étape, on utilise encore l'adresse `::` (adresse non spécifiée).

## Réponse :

Toute machine qui reconnaît son adresse répond à l'adresse `ff02::1`. Si une telle réponse est reçue, on doit prendre une autre adresse (aléatoire ou manuelle).

## Étape 2

---

**Trouver un routeur :** L'interface ayant une adresse lien-local, elle l'utilise (comme adresse source) pour envoyer un message de "découverte de routeurs". Ce message est envoyé à `ff02::2`. Tous les routeurs sont à l'écoute sur l'adresse MAC `33:33:00:00:00:02`.

**Réponse :** Les routeurs répondent à la sollicitation (si programmés pour cela – *radvd*) en envoyant un préfixe utilisable (un /64 en général). La réponse est envoyée à tous les nœuds du lien local avec l'adresse `ff02::1`, afin d'avertir de la présence du routeur toutes les machines du réseau

## Étape 3

---

**Création d'adresse :** Les machines qui reçoivent la réponse du routeur vont utiliser le préfixe reçu pour se forger une adresse globale : **préfixe** : EUI-64.

**Ultime vérification :** L'adresse ainsi forgée doit toutefois être unique, il faut donc vérifier qu'elle n'est pas déjà prise sur le réseau local (même procédure que pour la première étape, non obligatoire toutefois car partie machine identique à celle de l'ad lien-local)

**route :** En outre, l'adresse du routeur (souvent la lien-local) sera utilisée comme route par défaut.

# Précisions :

---

**Multiples routeurs :** En cas de plusieurs routeurs sur le réseau, chaque machine pourra se forger plusieurs adresses globales. Chaque routeur peut annoncer des routes précises, ainsi qu'une priorité (basse, moyenne, haute) pour l'utiliser comme route par défaut.

**Données annexes :** Chaque machine peut ainsi s'autoconfigurer avec une adresse globale (au moins), un masque de sous-réseau, une route par défaut. Il manque toutefois l'adresse d'un DNS, le nom du domaine,... Ceci peut être obtenu avec un DHCP, en lui demandant seulement ces paramètres (pas l'adresse, puisqu'on en a déjà une)

**Problème :** On peut suivre une machine avec l'unicité de l'UEI-64.

**Solution :** Privacy Extensions for Stateless Address

Autoconfiguration in IPv6 (RFC 4941). Ajout d'une nouvelle adresse temporaire semblant aléatoire.

## 3. Routage

# Table de routage

---

**Principe :** Chaque machine possède une **table de routage** qui lui indique quoi faire des paquets.

```
$ /sbin/route -n
```

```
Table de routage IP du noyau
```

Destination	Passerelle	Genmask	Indic	Metric	Ref	Use	Iface
10.130.4.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
192.168.129.0	10.130.4.254	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth0
192.168.128.0	10.130.4.254	255.255.255.0	UG	0	0	0	eth0
192.168.0.0	10.130.4.254	255.255.128.0	UG	0	0	0	eth0
169.254.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	1000	0	0	eth0
0.0.0.0	10.130.4.1	0.0.0.0	UG	100	0	0	eth0

## **Protocole de routage dynamique :**

- ▶ Protocole Vecteur-Distance ;
- ▶ Fonctionne dans de petit réseaux ;
- ▶ Permet la redondance.

## **Sous unix :**

Présent dans l'ensemble logiciel *quagga*.

# Autre protocoles de routages

---

- ▶ **OSPF;**
- ▶ **BGP.**