

2ème année 2024-2025

# Et IPv6 dans tout ça ?

Octobre 2024

---

## Objectifs

**IPv6** : Nous allons réaliser une configuration élémentaire de la pile IPv6 afin d'observer les principales différences avec IPv4.

---

## 1 Configuration des adresses

Comme dans le cas d'IPv4, la première chose qui doit être configurée dans IPv6 est l'adresse d'une interface.

Il est important de noter que, même si ces adresses sont plus volumineuses et paraissent donc plus complexes à gérer, une bonne partie de cette configuration est automatisée.

### 1.1 L'adresse de rebouclage

L'équivalent de l'adresse IPv4 `127.0.0.1` (l'adresse de rebouclage) est l'adresse IPv6 `::1/128`.

#### ▷ Exercice 1 : Observation de l'adresse de rebouclage

Utilisez les commandes `ifconfig` et `ip addr` pour observer l'adresse de rebouclage de votre station. ■

### 1.2 Les adresses de type local

La plage d'adresses `fe80::/10` est réservée pour une utilisation restreinte à un réseau local. Les paquets émis à destination d'une adresse dans cette plage ne doivent donc pas franchir les routeurs.

Au sein d'un réseau local, l'unicité de ces adresses doit naturellement être assurée. Ceci est garanti par un mécanisme ne nécessitant aucune intervention de l'administrateur, et ce grâce à l'aide de l'unicité des adresses MAC.

Les six octets d'adresse IEEE 802 peuvent en effet être intégrés sans problème dans les 118 bits disponibles sur cette plage. En fait, ce ne sont pas 118 bits qui sont disponibles, mais 64, car un utilise en général le sous-réseau `fe80::/64`. Sur ces 64 bits, 48 sont donc initialisés en fonction de l'adresse MAC, les 16 autres sont à 0. De ce fait, la configuration d'une telle adresse IPv6 peut être réalisée sans intervention de l'administrateur.

#### ▷ Exercice 2 : Observation de l'adresse locale au réseau

Après avoir relié deux machines entre elles, utilisez les commandes `ifconfig` et `ip addr` pour observer l'adresse locale au réseau de votre station. ■

## 2 Échange de paquets

Dès lors qu'une adresse au moins est configurée sur une interface, elle peut être utilisée pour émettre et recevoir des paquets. Sans mécanisme de nommage (type DNS), il est évidemment nécessaire d'utiliser l'adresse IPv6 de la machine destination.

### ▷ Exercice 3 : Échange de paquets

Utilisez la commande `ping6` pour échanger des messages avec l'un de vos voisins qui vous aura préalablement fourni son adresse. ■

L'adresse `ff02::1` est une adresse particulière désignant tous les nœuds du lien local, elle peut donc être utilisée, par exemple avec la commande `ping6` d'une façon équivalente à l'adresse `255.255.255.255` en IPv4.

Notons au passage que lorsque plusieurs interfaces réseau sont disponibles, il est nécessaire de préciser par laquelle on souhaite émettre les paquets, puisque l'adresse ne peut être suffisante pour lever l'ambiguïté :

```
# ping6 -I eth0 ff02::1
```

## 3 Découverte des voisins

Les paquets IPv6 sont évidemment acheminés au sein de trames du réseau local (ici ethernet). Un mécanisme équivalent à ARP est donc nécessaire pour établir une correspondance entre les adresses de niveau 2 et de niveau 3 afin de construire correctement la trame.

Dans la pile IPv6, ce sont des messages Neighbor Discovery du protocole ICMPv6 qui jouent ce rôle. Ils sont envoyés à des adresses de destination particulières.

### ▷ Exercice 4 : Observation de ICMPv6

Utilisez la commande `wireshark` (ou `ethereal`) pour observer ces messages. ■

Au même titre que la table ARP, la table de voisinage établissant la correspondance entre les adresses IPv6 et les adresses MAC peut être consultée et modifiée.

Le contenu de cette table est obtenu de la façon suivante

```
# ip -6 neigh show
```

On peut se limiter à la partie concernant une interface donnée :

```
# ip -6 neigh show dev eth1
```

Il est possible d'ajouter une correspondance dans la table :

```
# ip -6 neigh add fe80::1 lladdr 02:01:02:c0:ff:ee dev eth1
```

Il est également possible de supprimer une entrée

```
# ip -6 neigh del fe80::1 02:01:02:c0:ff:ee lladdr dev eth1
```

ou même de vider intégralement la table :

```
# ip -6 neigh flush dev eth1
```

▷ **Exercice 5 : Consultation de la table**

*Utilisez la commande `ip` pour observer votre table de voisinage.*

*Observez son évolution en fonction des messages ICMPv6 de découverte et vice-versa.* ■

## 4 Configuration d'adresses routables

Les adresses que nous avons manipulées jusqu'à présent ont une portée limitée au réseau locale, ce qui est évidemment insuffisant dans un cadre général. Nous allons donc observer ici comment configurer des adresses routables.

Nous pourrions pour cela utiliser par exemple la plage d'adresses `fc00::/7` (dite "*Unique Local IPv6 Unicast Addresses*"). Cette plage d'adresses est non routable en dehors du site, c'est un peu l'équivalent des adresses IPv4 `192.168.x.0/24` ou `10.0.0.0/8`.

On peut également utiliser une partie du préfixe de l'ENSEEIH, qui est `2001:660:6603::/48` (c'est un sous-réseau du réseau de notre fournisseur RENATER : `2001:660::/32`). On utilisera dans ce cas le sous-réseau `2001:660:6603:30::/64`.

### 4.1 Configuration manuelle

L'ajout d'une adresse à une interface se réalise ainsi :

```
# ip -6 addr add fc00::1/7 dev eth1
```

ou encore

```
# ifconfig eth1 inet6 add fc00::1/7
```

Elle peut ensuite être supprimée de l'une des façons suivantes

```
# ip -6 addr del fc00::1/7 dev eth1
```

```
# ifconfig eth1 inet6 del fc00::1/7
```

▷ **Exercice 6 : Ajout manuel d'adresses**

*Utilisez la commande `ip` pour ajouter une adresse IPv6 à votre interface et vérifiez que vous arrivez à communiquer avec votre voisin grâce à cette adresse.* ■

### 4.2 Configuration centralisée

L'attribution d'adresses routables à une interface peut également être automatisée grâce à une gestion centralisée. Pour cela, sur chaque réseau local, un ou plusieurs poste (par exemple un routeur) peuvent être configurés en tant que "serveur de préfixe". Un tel serveur fournit donc aux machines de son réseau local un préfixe IPV6 qu'elles utiliseront pour ajouter une adresse (construite sur le même principe que les adresses locale au lien) à l'interface par laquelle elles dialoguent avec le serveur.

Sous Linux, un tel serveur est implanté dans le démon `radvd` (*Router ADvertisement Daemon*) qui se configure au travers d'un fichier contenant par exemple

```
interface eth1 {
    AdvSendAdvert on;
    prefix fc00:c308::0/80 {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
    };
};
```

Lors de l'activation de leurs interfaces, les hôtes du réseau émettent des requêtes de préfixe au travers du protocole ICMPv6. Le serveur y répondra s'il a préalablement été activé.

▷ **Exercice 7 : Configuration d'un serveur de préfixes**

*Configurez un serveur de préfixe sur un de vos postes et constatez son effet sur les autres postes. Utilisez `ethereal` pour observer le trafic engendré.* ■

On lancera le démon par exemple de la façon suivante (en supposant une configuration dans le fichier `/etc/radvd.conf`, sinon ajouter l'option `-C /tmp/fichier.conf`)

```
# radvd -d 3 -m stderr
```

Une machine linux peut être configurée en tant que routeur IPV6 de la façon suivante

```
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

ou

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
```

Des routes peuvent être ajoutées à la main de façon comparable à ce que nous avons fait avec IPV4.