

- TP 1 -

**Analyse de paquets IPv6 – Services
SLAAC et DHCPv6 sans/avec état**

par Édouard Lumet & [REDACTED]

Sommaire

Introduction.....	3
1. Logiciel de simulation GNS3.....	4
2. Rappels sur l'attribution dynamique d'adresses IPv6.....	5
3. Configuration basique du routeur.....	6
3.1. <i>Le routeur Cisco 7200.....</i>	6
3.2. <i>Configuration IPv6 des interfaces du routeur.....</i>	6
4. Configuration du réseau pour SLAAC – Analyse des paquets IPv6 associés.....	8
4.1. <i>Analyse des messages « Router advertisement ».....</i>	8
4.2. <i>Analyse des trames échangées lors de la configuration IPv6 d'un PC.....</i>	10
4.3. <i>Comparaison avec les paramètres IPv6 obtenus par le PC.....</i>	15
5. Configuration du réseau pour DHCPv6 sans état.....	16
5.1. <i>Configuration du serveur DHCPv6 sur R1.....</i>	16
5.2. <i>Vérification des paramètres DHCPv6 sur R1.....</i>	17
5.3. <i>Analyse des messages « Router advertisement ».....</i>	17
5.4. <i>Analyse des paramètres IPv6 obtenus lors de la configuration IPv6 du PC.....</i>	18
5.5. <i>Analyse des trames échangées lors de la configuration automatique du PC.....</i>	19
5.6. <i>Vérification du service DHCPv6 sur le routeur.....</i>	21
6. Configuration du réseau pour DHCPv6 avec état.....	22
6.1. <i>Configuration du serveur DHCPv6 sur R1.....</i>	22
6.2. <i>Vérification des paramètres DHCPv6 sur R1.....</i>	23
6.3. <i>Analyse des messages « Router advertisement ».....</i>	24
6.4. <i>Analyse des paramètres IPv6 obtenus lors de la configuration IPv6 du PC.....</i>	24
6.5. <i>Analyse des trames échangées lors de la configuration automatique du PC.....</i>	25
6.6. <i>Vérification du service DHCPv6 sur le routeur.....</i>	27
Conclusion.....	28

Introduction

À travers ce premier TP sur l'architecture de l'Internet, nous allons étudier en pratique le fonctionnement de l'attribution dynamique des adresses IPv6 au sein d'un réseau.

Dans un premier temps, nous configurons un routeur Cisco récent pour qu'il puisse router des adresses IPv6. Ensuite, nous observerons la configuration des paramètres réseaux IPv6 sur une machine, en mode SLAAC. Puis c'est en mode DHCPv6 sans état que nous observerons la configuration toujours à l'aide de Wireshark. Enfin, nous observerons le même processus sur notre réseau en mode DHCPv6 avec état.

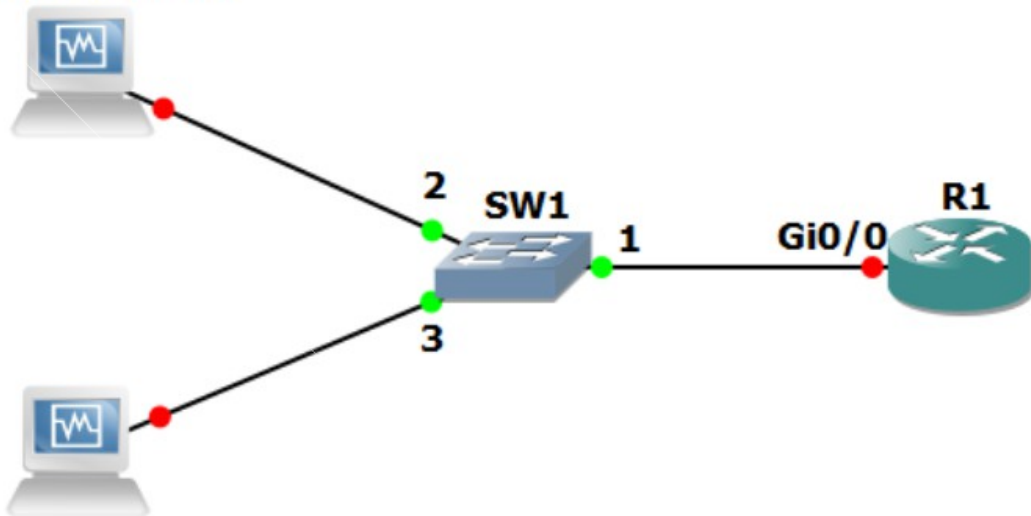
Cela nous permet également de comprendre le fonctionnement et les différents types d'adresses IPv6 notamment en multicast. De plus, nous nous familiariserons avec le protocole ICMPv6 qui est plus évolué que ICMP et qui est utilisé conjointement avec le protocole NDP (Neighbor Discovery Protocol) dans notre cas.

1. Logiciel de simulation GNS3

Afin de travailler sur un environnement de test (de développement), on utilise le logiciel de simulation GNS3 qui permet de travailler avec des équipements de façon similaire à Packet Tracer mais aussi avec des machines virtuelles via VirtualBox ou VMWare par exemple. Nous pouvons aussi utiliser Wireshark au sein de ce logiciel sur un lien entre deux machines par exemple.

La topologie que nous utilisons par la suite est la suivante :

M2103-TP1-W10



M2103-TP1-Linux

2. Rappels sur l'attribution dynamique d'adresses IPv6

Nous allons ici faire quelques rappels rapides de cours concernant l'attribution dynamique d'adresses IPv6. Il existe 3 modes pour ce faire :

- SLAAC uniquement : les équipements finaux configurent leurs adresses IPv6 de manière autonome, seul le routeur suffit en fournissant le préfixe réseau à utiliser,
- DHCPv6 sans état (SLAAC + DHCPv6) : les équipements finaux configurent également leurs adresses IPv6 de manière autonome comme pour le mode SLAAC, ils doivent cependant faire appel à un serveur DHCPv6 pour obtenir des paramètres complémentaires (domaine, DNS, etc),
- DHCPv6 avec état (DHCPv6 uniquement) : les équipements terminaux doivent avoir recours à un serveur DHCPv6 pour obtenir une adresse IPv6 ainsi que tout paramètre réseau IPv6.

Dans ce TP, nous allons donc voir comment les équipements « apprennent » ces informations et comment « savent-ils » quel mode de fonctionnement ils doivent suivre.

3. Configuration basique du routeur

Dans un premier temps, nous allons configurer un routeur Cisco 7200 qui est un gros routeur récent et supportant IPv6. Nous allons donc configurer ses interfaces en IPv6 et activer le routage IPv6.

3.1. Le routeur Cisco 7200

- On démarre le routeur R1 sur GNS3 puis on ouvre sa console à l'aide du menu contextuel obtenu par un clic droit.
- Ensuite, on désactive la recherche DNS via le mode de configuration globale : **#conf t** puis (config)#**no ip domain-lookup**
- Enfin, on active la synchronisation de la console pour que les messages retournés par le routeur (suite à l'activation ou à la désactivation d'une interface par exemple) ne perturbent pas les commandes en cours d'écriture: (config)#**line console 0** puis (config-line)#**logging synchronous**

3.2. Configuration IPv6 des interfaces du routeur

- On active en premier lieu le routage IPv6 afin que le routeur effectue les mêmes fonctions que pour IPv4 mais avec le protocole IP version 6 : (config)#**ipv6 unicast-routing**
- Dans un deuxième temps, nous configurons l'adresse IPv6 globale 2001:DB8:ACAD:A::A/64 sur l'interface GigabitEthernet0/0 de notre routeur R1. Pour cela, on entre les commandes suivantes :

```
(config)#int gi0/0
```

```
(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:a::a/64
```

- Ensuite, sur cette même interface on configure l'adresse IPv6 link-local FE80::1 et on active l'interface :

```
(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
```

```
(config-if)#no shutdown
```

NB : on ne précise pas le préfixe pour l'adresse link-local car par défaut sa longueur est de 64.

- À l'aide de la commande **show ipv6 interface gi0/0**, on vérifie que R1 et notamment son interface gi0/0 fait bien partie du groupe multicast attribué aux routeurs FF02::2.

```
R1#show ipv6 interface gi0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
No Virtual link-local address(es):
Global unicast address(es):
  2001:DB8:ACAD:A::1, subnet is 2001:DB8:ACAD:A::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
```

#show ipv6 interface gi0/0

On voit bien dans la section « joined group address(es) » que l'interface gi0/0 répond bien à l'adresse FF02::2. De plus, on peut également vérifier notre configuration car son adresse globale est visible ainsi que son adresse link-local.

- Pour finir, on copie la configuration en cours en NVRAM avec la commande habituelle **copy run start**.

```
R1#copy running-config start
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
```

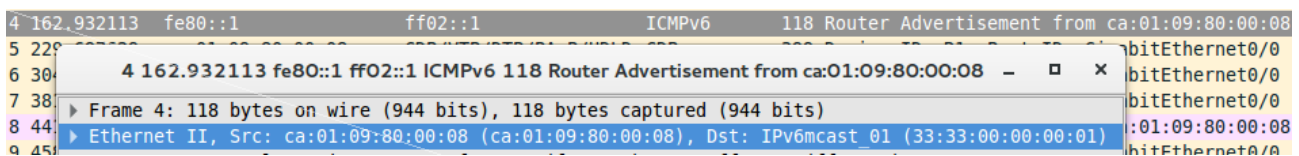
#copy run start

4. Configuration du réseau pour SLAAC – Analyse des paquets IPv6 associés

Par défaut, l'affectation d'adresses IPv6 sur l'interface du routeur et l'activation du routage des paquets IPv6 font que le routeur est en mode SLAAC et nous pouvons donc étudier ce mode immédiatement sur notre réseau.

4.1. Analyse des messages « Router advertisement »

- On lance une capture Wireshark sur le port 2 du switch SW1 afin d'observer la configuration IPv6 automatique du PCW10. Le but dans un premier temps est d'observer le paquet ICMPv6 « Router advertisement » avant le démarrage du PCW10.
- Au bout de 162 secondes, on voit la trame « Router Advertisement » apparaître. On effectue l'analyse par la suite.



Capture d'un "router advertisement" entre le switch SW1 et le PCW10

- Le contenu du paquet précédemment capturé est le suivant :
 - IPv6 source = fe80::1 ; cette adresse est de type link-local et correspond à l'interface gi0/0 de R1.
 - IPv6 destination = ff02::1 ; c'est une adresse multicast attribuée, dont les destinataires sont tous les nœuds du segment (tous les équipements du lien local ou sous-réseau strictement délimité par un routeur).
 - MAC source = ca:01:09:80:00:08 ; c'est l'adresse physique de l'interface gi0/0 de R1.

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up  
Hardware is i82543 (Livengood), address is ca01.0980.0008 (bia ca01.0980.0008)
```

#show interfaces - vérification de l'adresse MAC de gi0/0 sur R1

- MAC destination = 33:33:00:00:00:01 ; cette adresse est de type multicast, en IPv6 elle est construite en fixant les deux premiers octets à 33 (hexa) puis en y ajoutant les 32 derniers bits de l'adresse multicast IPv6. Ici, ces 4 derniers octets sont 0:0:0:1 ce qui donne @MAC multicast = « 33:33 » + « 00:00:00:01 » = « 33:33:00:00:00:01 ».

- Le protocole encapsulé dans le paquet IPv6 est le protocole ICMPv6, son code est 58 (0x3a).

```

▼ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1 (fe80::1), Dst: ff02::1 (ff02::1)
  ▶ 0110 .... = Version: 6
  ▶ .... 1110 0000 .... .... .... = Traffic class: 0x000000e0
    .... .... 0000 0000 0000 0000 0000 = Flowlabel: 0x00000000
  Payload length: 64
  Next header: ICMPv6 (58)
  Hop limit: 255
  Source: fe80::1 (fe80::1)
  Destination: ff02::1 (ff02::1)
  [Source GeoIP: Unknown]
  [Destination GeoIP: Unknown]

```

```

▶ Internet Control Message Protocol v6
Protocole encapsulé par IPv6 dans la trame "Router Advertisement"

```

- Pour finir, le numéro associé au type de message ICMPv6 « Router Advertisement » est 134 (0x86)

```

▼ Internet Control Message Protocol v6
  Type: Router Advertisement (134)
  Code: 0
  Checksum: 0x6fa9 [correct]
  Hop limit: 64

```

Numéro d'un paquet de type Router Advertisement

- On s'intéresse maintenant au contenu du PDU de protocole ICMPv6, notamment à ses flags.
 - Le flag « Managed Address configuration » est à 0. Cela indique aux équipements que le routeur ne s'occupe pas de la configuration des adresses IPv6, il ne distribue pas d'adresses. Il n'y a donc pas de recours à DHCPv6.
 - Le flag « Other configuration » est également à 0. Cela indique aux équipements qu'il n'y a pas d'autres paramètres réseaux à obtenir via un serveur DHCPv6 (sans ou avec état) sur le réseau.
 - L'option de configuration automatique indiquée par le routeur sera donc le mode SLAAC, le seul qui ne requiert pas de serveur DHCPv6.

```

▼ Flags: 0x00
  0... .... = Managed address configuration: Not set
  .0.. .... = Other configuration: Not set
  ..0. .... = Home Agent: Not set
  ...0 0... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
  .... .0.. = Proxy: Not set
  .... ..0. = Reserved: 0

```

- On s'intéresse ensuite aux derniers flags dans ce même PDU.
 - Le flag « Autonomous address-configuration flag » est à 1. Cela permet d'indiquer aux équipements qu'ils doivent s'attribuer leurs adresses IPv6 eux-mêmes.
 - Le préfixe réseau fourni par le routeur est 2001:db8:acad:a:: soit une longueur de préfixe de 64. En effet, cela correspond à la longueur de préfixe par défaut des adresses IPv6 globales et ce préfixe est le même que celui de l'adresse que nous avons configurée sur l'interface gi0/0 de R1.
 - Le flag « Router address flag » est à 0. Cela indique aux équipements qu'ils doivent utiliser l'adresse link-local du routeur et que c'est bien le préfixe à utiliser pour l'auto-configuration qui est indiqué dans le champ « prefix ».

```
▼ Flag: 0xc0
  1... .... = On-link flag(L): Set
  .1.. .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
  ..0. .... = Router address flag(R): Not set
  ...0 0000 = Reserved: 0
Valid Lifetime: 2592000
Preferred Lifetime: 604800
Reserved
Prefix: 2001:db8:acad:a:: (2001:db8:acad:a::)
```

- La périodicité d'émission des messages « Router Advertisement » par le routeur est de l'ordre de plusieurs centaines de secondes. Sur notre capture on peut voir que la durée entre deux messages de ce type est d'un peu plus de 250 secondes, soit environ 4 minutes. Un PC démarrant et se connectant au réseau doit donc attendre jusqu'à 4 minutes avant de pouvoir obtenir une adresse automatiquement et donc communiquer sur le réseau, ce qui n'est pas acceptable.

4.2. Analyse des trames échangées lors de la configuration IPv6 d'un PC

Nous pouvons maintenant observer les échanges se produisant suite au démarrage du PC lors de la configuration automatique de ses paramètres réseaux.

- On relance une nouvelle capture sur le lien entre le switch et le PCW10 avant de le mettre sous tension.
- On peut alors immédiatement démarrer le PC puis ouvrir la session user avec le mot de passe « rtrt ».
- Ensuite, on ouvre l'invite de commande Windows et on exécute la commande **ipconfig /all**. La carte Ethernet a une adresse link-local IPv6 et elle a reçu une adresse globale IPv6. On peut alors arrêter la capture.

```

Carte Ethernet Ethernet :
  Suffixe DNS propre à la connexion. . . . :
  Description. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Adapter #2
  Adresse physique . . . . . : 08-00-27-40-EB-08
  DHCP activé. . . . . : Oui
  Configuration automatique activée. . . . : Oui
  Adresse IPv6. . . . . : 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d(préfééré)
  Adresse IPv6 temporaire . . . . . : 2001:db8:acad:a:f971:61d9:1420:3dad(préfééré)
  Adresse IPv6 de liaison locale. . . . . : fe80::5951:d982:be95:639d%4(préfééré)
  Adresse d'autoconfiguration IPv4 . . . . : 169.254.99.157(préfééré)
  Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.0.0
  Passerelle par défaut. . . . . : fe80::1%4
  IAID DHCPv6 . . . . . : 117964839
  DUID de client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-1E-8F-EF-1D-08-00-27-45-38-2F
  Serveurs DNS. . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                          fec0:0:0:ffff::2%1
                          fec0:0:0:ffff::3%1
  NetBIOS sur Tcip. . . . . : Activé

```

Résultat de la commande `ipconfig /all` sur PCW10

- Les paramètres obtenus sont les suivants :

Paramètre	Valeur
Adresse IPv6 globale	2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d
Adresse IPv6 globale 2 (temporaire)	2001:db8:acad:a:f971:61d9:1420:3dad
Adresse IPv6 link-local	fe80::5951:d982:be95:639d
Paserelle par défaut (= gateway)	fe80::1
DHCP activé ?	Oui
Configuration auto activée ?	Oui
Adresse MAC	08:00:27:40:EB:08

- Pour analyser les échanges concernant l'attribution de ces paramètres réseaux, on applique dans Wireshark le filtre « `icmpv6 or dhcpv6` ».

Nous pouvons désormais analyser les échanges issus et à destination de PCW10 ayant pour but l'obtention de ses paramètres réseaux.

- La première trame filtrée et observée est un message ICMPv6 de type « Neighbor Solicitation ». Elle a pour but de vérifier que l'adresse link-local générée aléatoirement par l'équipement lui-même n'existe pas déjà sur le segment (sous-réseau). L'analyse est la suivante.
 - IPv6 source = `::/128` ; c'est l'adresse correspondant à `0.0.0.0/32` en IPv4, pour un équipement n'ayant pas de configuration réseau.
 - IPv6 destination : `ff02::1:ff95:639d` ; c'est une adresse multicast de nœuds sollicités. Tous les équipements (nœuds) ayant une adresse finissant par « `95:639d` » seront sollicités. Cela permet de vérifier si l'adresse link-local choisie est déjà prise ou non.

- MAC source : 08:00:27:40:EB:08 ; c'est l'adresse physique de PCW10 relevée précédemment.
- MAC destination : 33:33:FF:95:63:9D ; cette adresse physique est de type multicast et est construite comme nous l'avons vu lors de l'analyse du « Router Advertisement ». Elle finit donc par les 32 derniers bits de l'adresse IPv6 multicast destination (« ff95:639d »).
- Le numéro associé aux messages ICMPv6 « Neighbor Solicitation » est 135 (0x87).
- L'adresse IPv6 souhaitée par le PCW10 est contenue dans le champ « Target Address » du PDU ICMPv6. Ici, c'est fe80::5951:d982:be95:639d. Cette adresse a été générée de façon aléatoire par le PC, contrairement à la méthode EUI-64 basée sur l'adresse MAC utilisée par exemple sur les équipements Cisco (problèmes de confidentialité = obsolète).

```

1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
2 0
3 0
4 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
5 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
6 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
7 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
8 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
9 0 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
10 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
11 1 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
15 7 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
17 0 0.000000  :: ff02::1:ff95:639d  ICMPv6  78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d

```

Message ICMPv6 "Neighbor Solicitation" de PCW10

- La deuxième trame filtrée et observée est un message ICMPv6 de type « Router Solicitation ». Une fois l'adresse link-local configurée, elle a pour but de demander aux routeurs des informations sur la configuration réseau et si possible des paramètres réseaux. L'analyse est la suivante.
 - IPv6 source : fe80::5951:d982:be95:639d ; c'est l'adresse IPv6 link-local de PCW10 tout juste configurée.
 - IPv6 destination : ff02::2 ; cette adresse est de type multicast attribuée. Elle vise à joindre tous les routeurs du sous-réseau local. Effectivement, dans la partie 3.2 nous avons vu que notre routeur R1 est originellement configurée pour répondre à cette adresse.
 - MAC source : 08:00:27:40:EB:08. C'est l'adresse MAC de PCW10.
 - MAC destination : 33:33:00:00:00:02. Cette adresse est de type multicast et contient les 32 derniers bits de l'adresse IPv6 multicast de destination (« ::2 »).
 - Le numéro associé au message ICMPv6 « Router Solicitation » est 133 (0x85).

```

2 0.000000 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::2 ICMPv6 62 Router Solicitation
2 0.000000 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::2 ICMPv6 62 Router Solicitation
  Frame 2: 62 bytes on wire (496 bits), 62 bytes captured (496 bits)
  Ethernet II, Src: CadmusCo_40:eb:08 (08:00:27:40:eb:08), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02)
  Internet Protocol Version 6, Src: fe80::5951:d982:be95:639d (fe80::5951:d982:be95:639d), Dst: ff02::2 (ff02::2)
  Internet Control Message Protocol v6
    Type: Router Solicitation (133)
    Code: 0
    Checksum: 0x2830 [correct]
    Reserved: 00000000
  
```

Message ICMPv6 "Router Solicitation" de PCW10

- La trame suivante, en réponse au « Router Solicitation » précédent, est un message ICMPv6 de type « Router Advertisement ». C'est donc exactement le même message que celui observé et analysé en détail dans la partie 4.1.
 - IPv6 source = fe80::1 ; c'est l'adresse link-local du routeur R1 que nous avons nous-même configuré dans la partie 3.
 - IPv6 destination = ff02::1 ; cette adresse, déjà observée, est de type multicast attribuée. Les destinataires sont tous les nœuds du sous-réseau local.
 - MAC source = CA:01:09:80:00:08 ; c'est l'adresse MAC de R1, observée dans la partie 4.1.
 - MAC destination = 33:33:00:00:00:01 ; encore une fois, c'est l'adresse physique multicast visant tous les équipements d'adresse IPv6 multicast ff02::1.
 - PCW10 a donc maintenant connaissance, à réception de ce message, du préfixe IPv6 qu'il peut utiliser pour configurer ses paramètres réseaux (IPv6). En effet, il sait grâce aux flags (étudiés dans la partie 4.1) qu'il doit configurer son adresse IPv6 globale de façon autonome d'après le préfixe fourni.

```

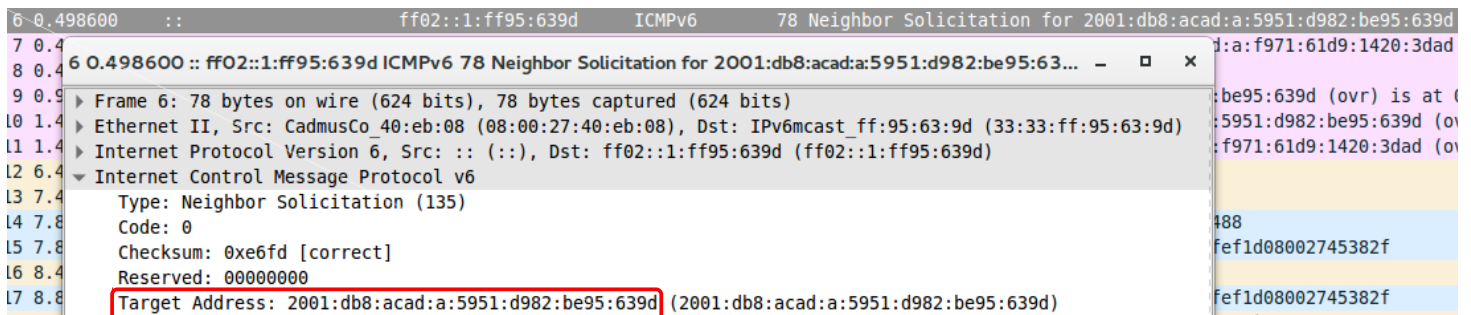
4 0.023464 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
5 0.023464 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
6 0.498000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
7 0.498000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
8 0.498000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
9 0.998000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
10 1.498000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
11 1.498000 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
  Frame 4: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits)
  Ethernet II, Src: ca:01:09:80:00:08 (ca:01:09:80:00:08), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
  Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1 (fe80::1), Dst: ff02::1 (ff02::1)
  Internet Control Message Protocol v6
    Type: Router Advertisement (134)
  
```

Message ICMPv6 "Router Advertisement" de R1

- Après cela, on observe un autre message ICMPv6 de type « Neighbor Solicitation » ayant pour but de vérifier la disponibilité dans le réseau de l'adresse IPv6 globale choisie. Le processus est le même que lors de la vérification de la disponibilité de l'adresse link-local. Cette adresse a

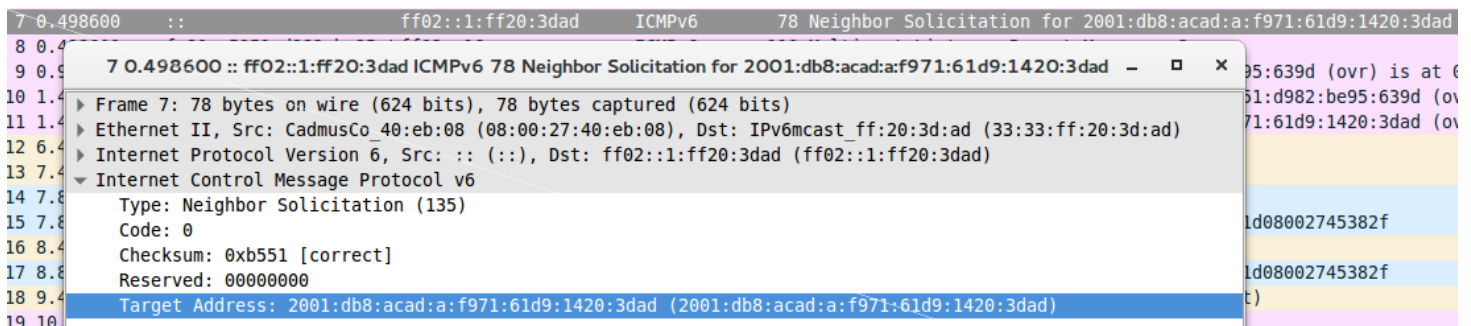
été choisie en ajoutant au préfixe les 64 derniers bits de l'adresse link-local généré aléatoirement dans une étape précédente. Cela évite une autre génération aléatoire de 64 bits. L'analyse est la suivante.

- IPv6 source = ::/128 ; comme pour le premier message de même type, sans configuration le PC a l'adresse non spécifiée 0:0:0:0:0:0:0:0.
- IPv6 destination = ff02::1:ff95:639d ; cette adresse multicast de nœuds sollicités vise tous les équipements ayant une adresse terminant par « 95:639d ».
- MAC source = 08:00:27:40:EB:08 ; c'est l'adresse physique de PCW10.
- MAC destination = 33:33:ff:95:63:9D ; déjà observée, c'est l'adresse MAC multicast construite à partir de l'adresse IPv6 multicast destination du message.
- L'adresse IPv6 globale souhaitée par PCW10 est visible dans le champ « target » du PDU ICMPv6 : 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d. On reconnaît les 8 premiers octets (64 bits) du préfixe fournit par le routeur (« 2001:db8:acad:a ») suivi des 8 derniers octets (64 bits) de la partie hôte précédemment sélectionnée (« 5951:d982:be95:639d », la même que l'adresse link-local).



Deuxième message ICMPv6 "Neighbor Solicitation" de PCW10

- La troisième trame « Neighbor Solicitation » observée et survenant juste après la précédente a pour but de déterminer l'adresse IPv6 secondaire ou temporaire de PCW10. Le processus est exactement le même que précédemment pour une autre adresse dont la partie hôte a été générée aléatoirement.



Troisième message ICMPv6 "Neighbor Solicitation" de PCW10

- Après tous ces échanges, PCW10 envoie une série de trois messages de type « Neighbor Solicitation ». On peut voir dans la description offerte par Wireshark que PCW10 indique, pour chacune de ses adresses IPv6, qu'il se situe à tel adresse MAC. Concrètement, cela indique à tous les équipements alentours l'association @IPv6 ↔ @MAC, tel le ferait ARP en IPv4. En effet, ICMPv6 a également pris le rôle, en IPv6, de ARP (protocole pour IPv4).

9	0.998998	fe80::5951:d982:be95:(ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::5951:d982:be95:639d (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08
10	1.499538	2001:db8:acad:a:5951:(ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08
11	1.499538	2001:db8:acad:a:f971:(ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2001:db8:acad:a:f971:61d9:1420:3dad (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08

Succession des trois "Neighbor Advertisement" de PCW10

4.3. Comparaison avec les paramètres IPv6 obtenus par le PC

Une fois que la configuration réseau est terminée, nous pouvons confronter l'analyse des trames avec la configuration affichée à l'aide de la commande « **ipconfig /all** » sur le PCW10. La configuration IPv6 de PCW10 est la suivante :

```
Adresse IPv6. . . . . : 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d(préféré)
Adresse IPv6 temporaire . . . . . : 2001:db8:acad:a:f971:61d9:1420:3dad(préféré)
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . . : fe80::5951:d982:be95:639d (préféré)
Passerelle par défaut. . . . . : fe80::1
```

- Les adresses IPv6 relevées dans les champs « target address » des trois messages ICMPv6 de type « Neighbor Solicitation » sont bien les adresses indiquées ci-dessus. La première a été observée dans le deuxième message de ce type (IPv6 globale), la deuxième adresse a été observée dans le troisième (IPv6 globale temporaire) et la dernière adresse a été observée dans le tout premier message (IPv6 link-local).
- L'adresse IPv6 globale temporaire sert à ajouter de la confidentialité pour les équipements sur Internet, surtout du fait que n'importe quel équipement peut avoir désormais une connectivité Internet. Cette adresse est utilisée le temps de la session de la machine et c'est celle qui est utilisée par le client pour communiquer sur Internet en IPv6. L'autre adresse IPv6 globale a une utilisation sur la machine en tant que serveur (adresse d'écoute des services).
- L'adresse de la passerelle par défaut est fe80::1, soit l'adresse du routeur R1. L'OS Windows l'a déterminé à travers les différents échanges lors de la configuration automatique (mode SLAAC) des paramètres réseaux. En effet, l'envoi d'un « Router Solicitation » suivi d'un « Router Advertisement » de la part de fe80::1 (R1) indique sans ambiguïté que fe80::1 est le routeur permettant de sortir du réseau et donc la passerelle par défaut.

5. Configuration du réseau pour DHCPv6 sans état

Le routeur Cisco C7200 comprend un service DHCPv6 que nous allons utiliser afin d'étudier la configuration réseau IPv6 sur un PC à l'aide d'un serveur DHCPv6 sans état dans un premier temps.

5.1. Configuration du serveur DHCPv6 sur R1

- Pour commencer, on éteint le PCW10 pour observer les échanges de sa nouvelle configuration réseau IPv6 via le DHCPv6 sans état.
- Sur le routeur R1, on crée un pool DHCP IPv6 qui regroupe certains paramètres réseaux pour le réseau dans lequel il se trouve :

```
(config)#ipv6 dhcp pool ipv6pool-rt
```

- On attribue ensuite un nom de domaine à ce pool (le prompt a changé suite à l'entrée de la commande suivante) :

```
(config-dhcpv6)#domain-name TP2-statelessDHCPv6.rtlr
```

- Ensuite, on ajoute une adresse de serveur DNS à ce pool (cette adresse est fausse, le but est seulement de voir si le PC l'aura dans ses paramètres) :

```
(config-dhcpv6)#dns-server 2001:db8:acad:a::abcd
```

```
(config-dhcpv6)#exit
```

- Pour finir, on affecte ce pool à l'interface gi0/0 (reliant le sous-réseau où le PCW10 est connecté) :

```
(config)#interface gi0/0
```

```
(config-if)#ipv6 dhcp server ipv6pool-rt
```

- Toujours sur R1, on définit la découverte réseau (du protocole NDP = Neighbor Discover Protocol) DHCPv6 pour indiquer aux équipements qu'ils doivent avoir recours à un serveur DHCPv6 pour des paramètres complémentaires (hors préfixe réseau). Cela se fait via le flag **other-config-flag** dans le « Router Advertisement » :

```
(config-if)#ipv6 nd other-config-flag
```

Le flag évoqué ci-dessus sera désormais à 1.

- On enregistre la configuration faite précédemment sur R1 : **#copy run start**

5.2. Vérification des paramètres DHCPv6 sur R1

On vérifie ici que le routeur est correctement configuré pour répondre en tant que serveur DHCPv6.

- L'adresse IPv6 multicast attribuée à tous les serveurs DHCPv6 est **ff02::1:2**
- A l'aide de la commande **show ipv6 interface gi0/0** comme nous l'avons déjà fait dans la partie 3.2, on vérifie qu le routeur répondra effectivement à cette adresse.

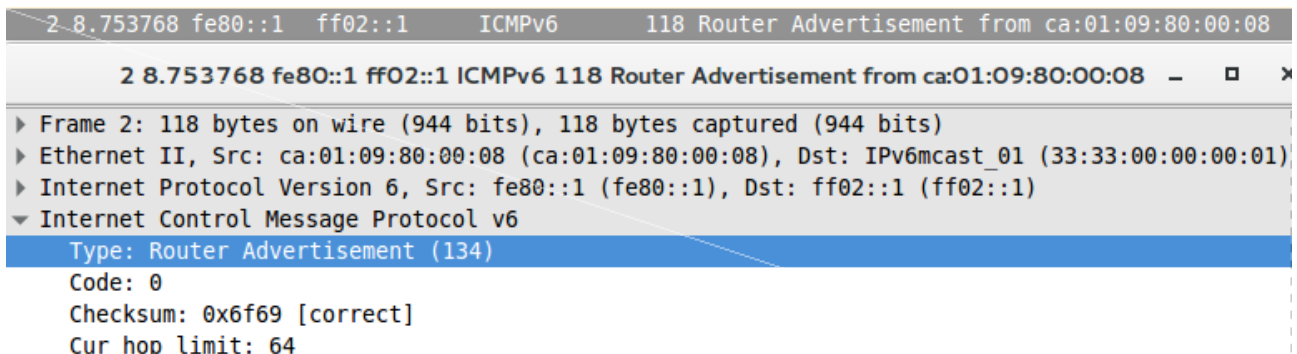
```
R1#show ipv6 interface gi0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
No Virtual link-local address(es):
Global unicast address(es):
  2001:DB8:ACAD:A::1, subnet is 2001:DB8:ACAD:A::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:2
  FF02::1:FF00:1
  FF05::1:3
```

Show ipv6 interface gi0/0 sur R1

5.3. Analyse des messages « Router advertisement »

Comme dans la partie précédente, nous allons capturer et analyser un message « Router Advertisement » avant de démarrer le PCW10.

- On lance alors une capture sur le lien entre le switch et PCW10.
- Après moins de 9 secondes (une chance...), une trame « Router Advertisement » apparaît à destination de tous les nœuds (équipements ; fe02::1) du sous-réseau et en provenance de l'interface gi0/0 de R1 (fe80::1) :



```
2 8.753768 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
2 8.753768 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
  Frame 2: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits)
  Ethernet II, Src: ca:01:09:80:00:08 (ca:01:09:80:00:08), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
  Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1 (fe80::1), Dst: ff02::1 (ff02::1)
  Internet Control Message Protocol v6
    Type: Router Advertisement (134)
    Code: 0
    Checksum: 0x6f69 [correct]
    Cur hop limit: 64
```

- On observe ensuite les flags ainsi que leur valeur dans le PDU ICMPv6 pour comparer avec le même message de la partie 4 (SLAAC uniquement).

Flags: 0x40

0... = Managed address configuration: Not set
 .1.. = Other configuration: Set
 ..0. = Home Agent: Not set
 ...0 0... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
0.. = Proxy: Not set
0. = Reserved: 0

Dans les premiers flags, on peut voir que désormais le flag « Other Configuration » est à 1. En effet, nous avons activé sur R1 le service DHCPv6 sans état donc le routeur indique aux équipements qu'ils doivent récupérer des

paramètres complémentaires auprès de ce serveur DHCPv6.

Les derniers flags du PDU restent eux inchangés. En effet, dans une configuration DHCPv6 sans état le routeur fournit toujours le préfixe réseau IPv6 et l'équipement final doit configurer son adresse de manière autonome.

Flag: 0xc0

1... = On-link flag(L): Set
 .1.. = Autonomous address-configuration flag(A): Set
 ..0. = Router address flag(R): Not set
 ...0 0000 = Reserved: 0

5.4. Analyse des paramètres IPv6 obtenus lors de la configuration IPv6 du PC

Nous pouvons maintenant observer sur le PCW10 l'affectation des ses paramètres réseaux IPv6 dans cette nouvelle situation.

- On relance une capture puis on démarre le PCW10 sur la session « user » (mdp : « rtrt »).
- On affiche les paramètres réseaux via l'invite de commande (`ipconfig /all`) et on arrête la capture dès que l'on voit que les paramètres sont affectés à la carte réseau Ethernet.

```

Carte Ethernet Ethernet :
Suffixe DNS propre à la connexion. . . : TP2-statelessDHCPv6.rtlr
Description. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Adapter #2
Adresse physique . . . . . : 08-00-27-40-EB-08
DHCP activé. . . . . : Oui
Configuration automatique activée. . . : Oui
Adresse IPv6. . . . . : 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d(préféré)
Adresse IPv6 temporaire . . . . . : 2001:db8:acad:a:7d5d:8d02:435e:e6cf(préféré)
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . . : fe80::5951:d982:be95:639d%4(préféré)
Adresse d'autoconfiguration IPv4 . . . . : 169.254.99.157(préféré)
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.0.0
Passerelle par défaut. . . . . : fe80::1%4
IAID DHCPv6 . . . . . : 117964839
DUID de client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-1E-8F-EF-1D-08-00-27-45-38-2F
Serveurs DNS. . . . . : 2001:db8:acad:a:abcd
NetBIOS sur Tcpip. . . . . : Activé
Liste de recherche de suffixes DNS propres à la connexion :
TP2-statelessDHCPv6.rtlr
  
```

Résultat de la commande "ipconfig/all", carte Ethernet

- On peut voir deux paramètres différents par rapport aux paramètres de la partie 4 : le serveur DNS et le suffixe DNS (domaine DNS). En effet, ce sont les deux paramètres que nous avons configurés lors de l'activation du service DHCPv6 sur le routeur R1. On reconnaît le nom de domaine « TP2-statelessDHCPv6.rtlr » et l'adresse du serveur DNS 2001:db8:acad:a:abcd.

NB : la seconde adresse IPv6 globale n'est plus la même que dans la partie 4 puisque nous avons redémarré le PC. Cela confirme donc que cette adresse est temporaire, le temps de la session.

5.5. Analyse des trames échangées lors de la configuration automatique du PC

- Sur la capture précédente, on filtre les trames selon le protocole : « **icmpv6 or dhcpv6** ».
- On identifie les trames de la séquence d'échange pour la configuration des paramètres réseaux IPv6 de base :
 - message « Neighbor solicitation », de PCW10 (adresse non spécifiée) vers tous les équipements dont l'adresse se termine par « 95:639d » pour s'attribuer une IPv6 link-local ;
 - message « Router solicitation », de PCW10 vers tous les routeurs pour demander les informations de configuration réseaux IPv6 ;
 - message « Router advertisement », de R1 vers tous les équipements du sous-réseau en réponse au « Router solicitation » précédent ;
 - deux messages « Neighbor solicitation », de PCW10 (adresse non spécifiée) vers les équipements dont l'adresse se termine par les trois derniers octets des adresses voulues afin de s'attribuer deux adresses IPv6 globales permanente et temporaire ;
 - trois messages « Neighbor advertisement », de PCW10 vers tous les équipements du sous-réseau afin d'avertir les autres machines de les associations @MAC ↔ @IPv6 pour les adresses récemment configurées.

2	*REF*	::	ff02::1:ff95:639d	ICMPv6	78 Neighbor Solicitation for fe80::5951:d982:be95:639d
3	0.000982	fe80::5951:d982:be95:639d	ff02::2	ICMPv6	62 Router Solicitation
5	0.015633	fe80::1	ff02::1	ICMPv6	118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
7	0.500812	::	ff02::1:ff95:639d	ICMPv6	78 Neighbor Solicitation for 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d
8	0.500812	::	ff02::1:ff5e:e6cf	ICMPv6	78 Neighbor Solicitation for 2001:db8:acad:a:7d5d:8d02:435e:e6cf
10	1.001049	fe80::5951:d982:be95:639d	ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::5951:d982:be95:639d (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08
11	1.501445	2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d	ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08
12	1.501445	2001:db8:acad:a:7d5d:8d02:435e:e6cf	ff02::1	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2001:db8:acad:a:7d5d:8d02:435e:e6cf (ovr) is at 08:00:27:40:eb:08

Échanges pour la configuration IPv6 de base sur PCW10

- Le premier message DHCPv6 est de type « Information Request » et son code est 11 (0x0B). L'analyse est la suivante :
 - IPv6 source = fe80::5951:d982:be95:639d ; c'est l'adresse link-local de PCW10,
 - IPv6 destination = ff02::1:2 ; c'est l'adresse multicast attribuée à tous les serveurs DHCPv6,
 - MAC source = 08:00:27:40:EB:08 ; c'est l'adresse physique de PCW10,

- MAC destination = 33:33:00:01:00:02 ; c'est une adresse physique multicast correspondant à l'adresse IPv6 multicast destination. On reconnaît en effet les 32 derniers bits de l'adresse logique « 0:01:0:02 »,
- port source UDP = 546 ; c'est le port client pour le protocole DHCPv6,
- port destination UDP = 547 ; c'est le port serveur pour DHCPv6,
- Transaction ID = 0xF95A39 (16341561₁₀) ; il permet d'identifier la machine ayant envoyé le message DHCPv6 et donc de suivre correctement les échanges selon la demande.

```

14 5.955035 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-request XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
15 5.985288 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
16 5.986266 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
17 6.006795 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
18 6.351613 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
19 6.355535 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
20 6.357479 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
21 6.358469 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
24 6.500254 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
26 6.915333 fe80::5951:d982:be95:639d ff02::1:2 DHCPv6 120 Information-reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
  
```

"Information Request" (DHCPv6) n° 0xF95A39 de PCW10

- La réponse DHCPv6 suite à l'« Information Request » est un message de type « Reply » dont le code est 7 (0x07). L'analyse est la suivante :
 - IPv6 source = fe80::1 ; c'est l'adresse de R1, en effet c'est le routeur qui fait office de serveur DHCPv6,
 - IPv6 destination = fe80::5951:d982:be95:639d ; c'est l'adresse de PCW10 qui a émis précédemment un « Information Request » (requête),
 - MAC source = CA:01:09:80:00:08 ; c'est l'adresse MAC de l'interface gi0/0 de R1,
 - MAC destination = 08:00:27:40:EB:08 ; c'est l'adresse physique de PCW10,
 - port source UDP = 547 ; c'est le port serveur du protocole DHCPv6,
 - port destination UDP = 546 ; c'est le port client de DHCPv6,
 - Transaction ID = 0xF95A39 ; on reconnaît le numéro de transaction de la requête, ce qui confirme le rôle de ce numéro explicité lors de l'analyse de l'« Information Request »,
 - les paramètres réseaux complémentaires fournis sont l'adresse du serveur DNS et le nom du domaine DNS configurés sur R1 dans la sous-partie 5.1. Aucune adresse IPv6 n'est fournie au client, ce qui est normal puisque nous avons configuré un DHCPv6 sans état, seuls des paramètres complémentaires sont fournis.

```
17 6.006795 fe80::1 fe80::5951:d982:be95:639d DHCPv6 148 Reply XID: 0xf95a39 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
18 6.35161
19 6.35553
20 6.35747
21 6.35846
24 6.50025
26 6.91533
27 6.92805
User Datagram Protocol, Src Port: 547 (547), Dst Port: 546 (546)
DHCPv6
  Message type: Reply (7)
  Transaction ID: 0xf95a39
  Server Identifier
  Client Identifier
  DNS recursive name server
    Option: DNS recursive name server (23)
    Length: 16
    Value: 2001:db8:acad:a::abcd
    1 DNS server address: 2001:db8:acad:a::abcd (2001:db8:acad:a::abcd)
  Domain Search List
    Option: Domain Search List (24)
    Length: 26
    Value: 135450322d73746174656c6573734448435076360472746c...
    DNS Domain Search List
    Domain Search List FQDN: TP2-statelessDHCPv6.rtlr
```

"Reply" (DHCPv6) n° 0xF95A39 de R1

5.6. Vérification du service DHCPv6 sur le routeur

Enfin, on vérifie sur le routeur que le PCW10 n'a pas obtenu d'adresse IPv6 par le serveur DHCPv6 configuré sur R1. On exécute alors les commandes suivantes sur le routeur :

```
#show ipv6 dhcp binding
```

```
#show ipv6 dhcp pool
```

Le résultat est dans la capture suivante :

```
R1#show ipv6 dhcp binding
R1#show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: ipv6pool-rt
  DNS server: 2001:DB8:ACAD:A:ABCD
  Domain name: TP2-statelessDHCPv6.rtlr
  Active clients: 0
```

La première commande ne retourne rien. En effet, elle retourne toutes les attributions d'adresses IPv6 or le serveur DHCPv6 est sans état donc il n'en a pas attribué à PCW10 qui est en auto-configuration (SLAAC + DHCPv6).

Le seconde commande indique les information sur le pool que nous avons configuré dans la partie 5.1 et les clients actifs de ce pool. Là encore, il est normal qu'il soit indiqué 0 client actif.

6. Configuration du réseau pour DHCPv6 avec état

Dans cette partie, nous allons reprendre les mêmes manipulations et observations que dans les deux dernières parties, sauf que cette fois-ci nous configurons un serveur DHCPv6 avec état sur R1. Le routeur ne fournit donc plus aucune configuration et indique seulement qu'il faut avoir recours à un serveur DHCPv6 sur le réseau pour l'intégralité des paramètres réseaux IPv6.

6.1. Configuration du serveur DHCPv6 sur R1

- On éteint le PCW10 avant d'effectuer toute modification. Les paramètres réseaux de celui-ci seront alors réinitialisés.

Dans la suite, on modifie le pool DHCPv6 sur le routeur R1 pour une configuration DHCPv6 avec état.

- Pour cela, on accède à la configuration du pool et on ajoute dans un premier temps le préfixe réseau à fournir :

```
(config)#ipv6 dhcp pool ipv6pool-rt
```

```
(config-dhcpv6)#address prefix 2001:db8:acad:a::/64
```

- On supprime ensuite l'ancien nom de domaine pour le remplacer par un nouveau nom indiquant que la configuration est DHCPv6 avec état (pas obligatoire, ce n'est pas utilisé réellement par la machine pour savoir qu'elle est la configuration du réseau mais par les personnes ou l'administrateur réseau afin de se souvenir par exemple de la configuration) :

```
(config-dhcpv6)#no domain TP2-statelessDHCPv6.rtlr
```

```
(config-dhcpv6)#domain TP2-statefulDHCPv6.rtlr
```

- Enfin, on arrête l'interface gi0/0 pour compléter la configuration de la découverte réseau DHCPv6 dans le but d'indiquer aux équipements (via le « Router Advertisement ») que l'affectation d'adresse IPv6 est gérée par un serveur DHCPv6 :

```
(config-if)#no ipv6 nd other-config-flag
```

```
(config-if)#ipv6 nd managed-config-flag
```

```
(config-if)#end
```

Le flag « Managed address configuration » sera alors à 1, indiquant qu'un serveur DHCPv6 gère l'attribution et la configuration des adresses IPv6. Le flag « Other configuration » quant à lui sera à 0.

- On redémarre l'interface et on enregistre la configuration courante.

6.2. Vérification des paramètres DHCPv6 sur R1

On vérifie que l'interface gi0/0 de R1 est bien en mode DHCPv6 avec état à l'aide de la commande `show ipv6 interface gi0/0`.

```
R1#show ipv6 interface gi0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
No Virtual link-local address(es):
Global unicast address(es):
  2001:DB8:ACAD:A::1, subnet is 2001:DB8:ACAD:A::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:2
  FF02::1:FF00:1
  FF05::1:3
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ICMP unreachable are sent
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
ND advertised retransmit interval is 0 (unspecified)
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
ND advertised default router preference is Medium
Hosts use DHCP to obtain routable addresses.
```

« Les hôtes obtiennent des adresses routables via DHCP »

L'interface est donc correctement configurée. En effet, en mode DHCPv6 avec état c'est via le serveur DHCPv6 que les adresses sont obtenues par les équipements.

6.3. Analyse des messages « Router advertisement »

Comme pour les parties précédentes, on capture puis on analyse un « Router advertisement » avant de démarrer le PCW10 et observer sa configuration.

- On lance une capture Wireshark sur le lien entre SW1 et PCW10. Après 64 secondes, on observe un « Router advertisement ». On arrête alors la capture.

```

3 64.20616 fe80::1 ff02::1 ICMPv6 118 Router Advertisement from ca:01:09:80:00:08
-----
▼ Flags: 0x80
  1... .... = Managed address configuration: Set
  .0.. .... = Other configuration: Not set
  ..0. .... = Home Agent: Not set
  ...0 0... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
  .... .0.. = Proxy: Not set
  .... ..0. = Reserved: 0
Router lifetime (s): 1800
Reachable time (ms): 0
Retrans timer (ms): 0
▶ ICMPv6 Option (Source link-layer address : ca:01:09:80:00:08)
▶ ICMPv6 Option (MTU : 1500)
▼ ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:db8:acad:a::/64)
  Type: Prefix information (3)
  Length: 4 (32 bytes)
  Prefix Length: 64
  ▼ Flag: 0xc0
    1... .... = On-link flag(L): Set
    .1.. .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
    ..0. .... = Router address flag(R): Not set
    ...0 0000 = Reserved: 0
  Valid Lifetime: 2592000
  Preferred Lifetime: 604800
  Reserved
  Prefix: 2001:db8:acad:a:: (2001:db8:acad:a::)
-----

```

- Comme nous l'avons prévu dans la sous-partie 6.1, le flag « Managed address configuration » est maintenant à 1 et non plus à 0. De plus, le flag « Other configuration » est désormais à 0. En effet, ce dernier flag permet d'indiquer que l'équipement doit avoir recours à un serveur DHCPv6 en plus du routeur. Or ici l'équipement final doit avoir recours à un serveur DHCPv6 uniquement. C'est donc le premier flag qui indique le recours à un DHCPv6 seul.

6.4. Analyse des paramètres IPv6 obtenus lors de la configuration IPv6 du PC

- On relance une capture Wireshark sur le même lien avant de démarrer le PCW10.
- À l'aide de la commande « **ipconfig /all** » sur le PCW10 on vérifie l'affectation de paramètres réseaux et on arrête la capture.


```

Carte Ethernet Ethernet :
  Suffixe DNS propre à la connexion. . . . : TP2-statefulDHCPv6_rtlr
  Description. . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Adapter #2
  Adresse physique . . . . . : 08-00-27-40-EB-08
  DHCP activé. . . . . : Oui
  Configuration automatique activée. . . . : Oui
  Adresse IPv6. . . . . : 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82(préféré)
  Bail obtenu. . . . . : mercredi 6 avril 2016 17:25:12
  Bail expirant. . . . . : vendredi 8 avril 2016 17:25:10
  Adresse IPv6. . . . . : 2001:db8:acad:a:5951:d982:be95:639d(préféré)
  Adresse IPv6 temporaire . . . . . : 2001:db8:acad:a:8d9d:7aad:d758:daaf(préféré)
  Adresse IPv6 de liaison locale. . . . . : fe80::5951:d982:be95:639d%4(préféré)
  Adresse d'autoconfiguration IPv4 . . . . : 169.254.99.157(préféré)
  Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.0.0
  Passerelle par défaut. . . . . : fe80::1%4
  IAID DHCPv6 . . . . . : 117964839
  DUID de client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-1E-8F-EF-1D-08-00-27-45-38-2F
  Serveurs DNS. . . . . : 2001:db8:acad:a:abcd
  NetBIOS sur Tcpi. . . . . : Activé
  Liste de recherche de suffixes DNS propres à la connexion :
  TP2-statefulDHCPv6_rtlr

```

ipconfig /all sur PCW10

- On peut voir que désormais, le PCW10 a une adresse IPv6 différente de la dernière fois avec un bail dont les dates de début et d'expiration sont précisées. Cependant, l'auto-configuration est toujours activée donc le PCW10 dispose d'une adresse IPv6 en trop. Il faudrait modifier sur R1 le flag « Autonomous address-configuration » à 0 pour indiquer aux équipements de ne pas se configurer d'adresse IPv6.

6.5. Analyse des trames échangées lors de la configuration automatique du PC

On s'intéresse ensuite aux échanges DHCPv6 pour comprendre comment le PCW10 a obtenu ses paramètres réseaux.

- On filtre les trames sur Wireshark : « **dhcpv6** ».

fe80::5951:d982:be95:639d	ff02::1:2	DHCPv6	Solicit XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
fe80::1	fe80::5951:d982:be95:639d	DHCPv6	Advertise XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA: 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82
fe80::5951:d982:be95:639d	ff02::1:2	DHCPv6	Request XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA: 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82
fe80::1	fe80::5951:d982:be95:639d	DHCPv6	Reply XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA: 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82

- La première trame DHCPv6 filtrée est de type « Solicit » et son code est 1 (0x01). Le numéro de transaction de la trame est 0xc45d26. La machine source est le PCW10 et les machines destination sont tous les serveurs DHCPv6.
- La deuxième trame est de type « Advertise » et son code est 2 (0x02). Le numéro de transaction est le même que précédemment car c'est le même échange DHCPv6. Cette fois-ci, c'est le PCW10 qui est le destinataire et la machine source est R1 (interface gi0/0 ; faisant office de serveur DHCPv6). L'« Identity Association Address » (IA Address) est l'adresse non

temporaire distribuée par le serveur au client. Sa valeur ici est « 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82 ».

NB : on reconnaît l'adresse soumise à un bail dans la configuration du PCW10 (cf §6.4, « *ifconfig /all* »).

- La troisième trame est de type « Request » et son code est 3 (0x03). Le numéro de transaction est toujours le même. Le PCW10 demande au serveur DHCPv6 toutes les informations nécessaires à sa configuration en demandant confirmation d'utiliser l'adresse précédemment fournie (cf « Advertise »).
- La dernière trame est de type « Reply » et son code est 7 (0x07). Le numéro de transaction est inchangé. Le serveur DHCPv6 donne au PCW10 toutes les informations nécessaires ainsi que la confirmation pour l'adresse demandée. On peut voir que le nom de domaine est bien « TP2-statefullDHCPv6.rtlr ».
- Enfin, on utilise la fonction « Flow Graph » de Wireshark sur les trames DHCPv6 pour visualiser graphiquement l'échange précédemment analysé.

Time	fe80::5951:d982:be95:639d	ff02::1:2	fe80::1	
0.000000	Solicit	XID: 0xc45d2		DHCPv6: Solicit XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f
(546)	----->	(547)		
0.027132	Advertise	XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8		DHCPv6: Advertise XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA:2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82
(546)	<-----	(547)		
1.014608	Request	XID: 0xc45d2		DHCPv6: Request XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA: 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82
(546)	----->	(547)		
1.020514	Reply	XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1		DHCPv6: Reply XID: 0xc45d26 CID: 000100011e8fef1d08002745382f IAA: 2001:db8:acad:a:1867:26af:b60c:7c82
(546)	<-----	(547)		

Solicit : permet de demander à un serveur DHCPv6 (à l'aide de l'adresse multicast attribuée) une configuration réseau.

Advertise : réponse du serveur DHCPv6 suite à un « solicit » donnant une adresse IPv6 globale permanente.

Request : demande au serveur l'intégralité des paramètres réseaux et la confirmation qu'il peut utiliser l'adresse proposée dans l'« advertise ».

Reply : réponse du serveur au client avec la confirmation pour l'adresse demandée ainsi que les paramètres tels que le nom de domaine DNS et l'adresse du ou des serveur(s) DNS.

6.6. Vérification du service DHCPv6 sur le routeur

Comme à la fin de la partie 5, on vérifie le DHCPv6 sur le routeur. Cette fois-ci, configuré avec état on doit voir apparaître dans le pool un équipement actif. On doit aussi voir apparaître un bail dans la section « binding ».

- On utilise alors les commandes `show ipv6 dhcp binding` et `show ipv6 dhcp pool` :

```
R1#show ipv6 dhcp binding
Client: FE80::5951:D982:BE95:639D
DUID: 000100011E8FEF1D08002745382F
Username : unassigned
IA NA: IA ID 0x07080027, T1 43200, T2 69120
Address: 2001:DB8:ACAD:A:1867:26AF:B60C:7C82
        preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
        expires at Apr 08 2016 04:37 PM (172575 seconds)
R1#show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: ipv6pool1-rt
Address allocation prefix: 2001:DB8:ACAD:A::/64 valid 172800 preferred 86400 (1 in use, 0 conflicts)
DNS server: 2001:DB8:ACAD:A::ABCD
Domain name: TP2-statefullDHCPv6.rtlr
Active clients: 1
```

Après la première commande, on voit en effet le bail pour PCW10 avec tous les paramètres observés dans Wireshark : adresse link-local client (PCW10), adresse IPv6 attribuée, durée du bail et date d'expiration de celui-ci.

Après la seconde commande, on voit le nom du pool configuré dans la partie 5.1 puis 6.1 avec le nom de domaine et l'adresse DNS puis on peut voir qu'il est indiqué 1 client actif. On voit aussi le préfixe que nous avons configuré avec le pool et qui est envoyé par le serveur avec état.

Conclusion

Pour finir, retiendra le rôle des flags ainsi que la configuration du mode d'attribution dynamique d'adresses IPv6 associée :

Mode d'attribution	Flag	Valeur
SLAAC	Managed address configuration	0
	Other configuration	0
	Autonomous address-configuration	1
DHCPv6 sans état	Managed address configuration	0
	Other configuration	1
	Autonomous address-configuration	1
DHCPv6 avec état	Managed address configuration	1
	Other configuration	0
	Autonomous address-configuration	0