



# **RESEAU AVANCE: DE IPV4 A IPV6**

Wilfart Emmanuel

# Pourquoi passer de IPV4 à IPV6

IPV4 est une adresse codée sur 32 bits. Même si au départ cela représente  $2^{32}$  adresses, celles ci sont épuisées.

Pour palier à ce manque d'adresses disponibles:

- En 1993, nous voyons apparaître le CIDR ( Classless Inter-Domain Routing)
- En 1994, les plages d'adresses privées voient le jour avec les RFC 1597 et plus tard 1918
- En 1994, le système NAT voit le jour avec la RFC 1631

En février 2011, IANA distribuait ses 5 derniers blocs d'adresses disponibles. Les adresses restantes disponibles sont donc du ressort des différents RIR

# Pourquoi passer de IPV4 à IPV6

Avec le CIDR et le nattage, IPV4 apporte son lot de problèmes:

- Les tables de routage plus grosses et donc des temps de latence dans l'acheminement des paquets.
- Certaines applications digèrent mal le nattage et préfère les mêmes adresses IP de bout en bout ( IPSec, VOIP... )

Avec IPV4, l'utilisation des mécanismes de broadcast à outrance pose des problèmes de saturation sur certains réseaux.

# IPV6 quoi de neuf?

- De 32bits pour IPV4 nous passons à 128 bits pour IPV6.
- IPV6 voit la disparition du broadcast remplacé par du multicast.
- IPV6 voit la disparition du nattage (certains craignent des problèmes de sécurité car les IPV4 privées étaient cachées).
- IPV6 n'utilise pas le subnetting et les tables de routage sont simplifiées. ( performance meilleure des routeurs ).
- IPV6 supprime l'ARP au profit du Neighbor Solicitation (ICMPV6 NS).
- IPV6 donne naissance à de l'AnyCast.

# IPv6 et sa représentation

Avec 128 bits, la représentation n'est plus la même:

- En IPV4 notation décimale pointée: ex: 10.10.11.12
- En IPV6 représentation en hexadécimal par groupe de 16 bits appelé Hextet, chaque groupe étant séparé des suivants par le caractère ":"

Ex: **abcd:ef11:2222:3333:4444:5555:6666:7777**

Nous aurons donc 8 groupes de 16 bits: 128bits



# IPv6 et sa représentation simplifiée

Même en hexadécimal, la représentation n'est très simple, d'où la nécessité de mettre en place des règles de simplification.

- Dans les Hextet, nous supprimons les codes hexadécimaux de poids fort valant 0.

Ex: **0000:0001:0002:000a:0004:0005:000b:0007**

Devient: **0:1:2:a:4:5:b:7**

- Si plusieurs Hextet valant 0 se suivent, ils peuvent être remplacés par un "::" (1 seul fois dans l'adresse)

Ex: **1234:5678:0:0:abdc:0:0:ef01**

Devient: **1234:5678::abdc:0:0:ef01**

# IPV6 et les catégories d'adresses

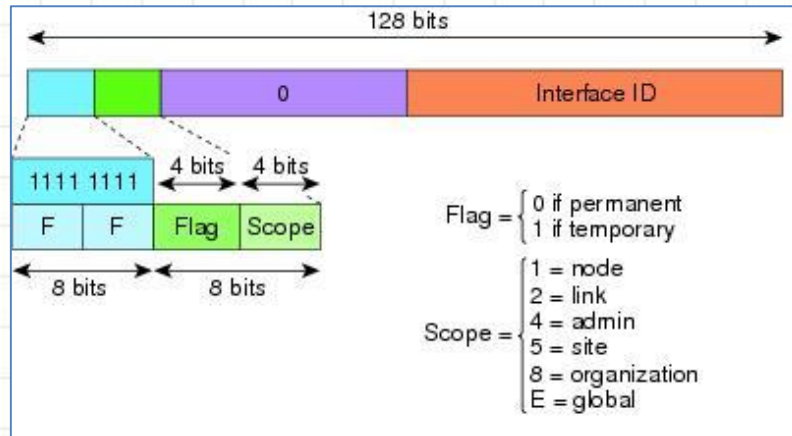
En IPV4, nous retrouvons des adresses:

- unicast ( un vers un )
- multicast (un vers plusieurs ): 224.0.0.0 à 239.255.255.255
- broadcast ( un vers tout le monde )

En IPV6, nous retrouvons les adresses:

- unicast
- multicast. Elles commencent toutes pas **ff00::/8**
- anycast. Un vers plusieurs mais reçu par l'un des membres du groupe anycast (n'importe lequel, mais a priori le plus proche en termes de routage réseau).

# IPV6 et le multicast



Certaines adresses étant prédéfinies, elles seront considérées comme permanentes. Voici quelques exemples...

Address	Meaning	Scope
FF02::1	All nodes	Link-local
FF02::2	All routers	Link-local
FF02::9	All RIP routers	Link-local
FF02::1:FFXX:XXXX	Solicited-node	Link-local
FF02::4	DVMRP routers	Link-local
FF02::5	All OSPF routers	Link-local
FF02::6	OSPF designated routers	Link-local
FF02::A	All EIGRP routers	Link-local
FF02::D	All PIM routers	Link-local
FF05::101	All NTP routers	Site-local
FF05::1:3	All DHCP routers	Site-local



# IPv6 et les adresses particulières

Comment vérifier les groupes multicast auxquels un hôte avec un système d'exploitation Microsoft appartient?

*netsh interface ipv6 show joins*

```
Invite de commandes
Microsoft Windows [version 10.0.16299.192]
(c) 2017 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\Emmanuel>netsh interface ipv6 show joins

Interface 13 : Wi-Fi

Étendue      Références  Dern  Adresse
-----
0             0  Oui   ff01::1
0             0  Oui   ff02::1
0             4  Oui   ff02::c
0             2  Oui   ff02::fb
0             1  Oui   ff02::1:3
0             2  Oui   ff02::1:ff3f:4074
```

# IPV6 et le multicast

ff02::1:3 correspond au protocole LLMNR (Link Local Multicast name Resolution). Permet la demande de résolution de nom au niveau des clients sans devoir disposer d'un serveur DNS. Attention: gourmand en ressource réseau, et il est conseillé de désactiver ce protocole.

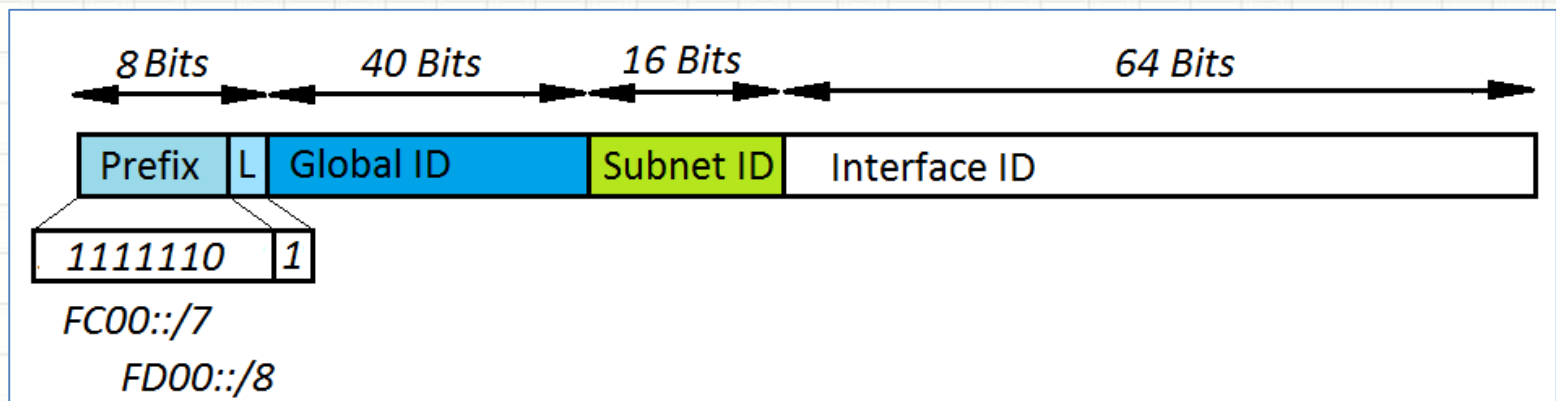
ff02::fb correspond au protocole mDNS, tiré du protocole NBP d'AppleTalk

# IPV6 et les adresses particulières

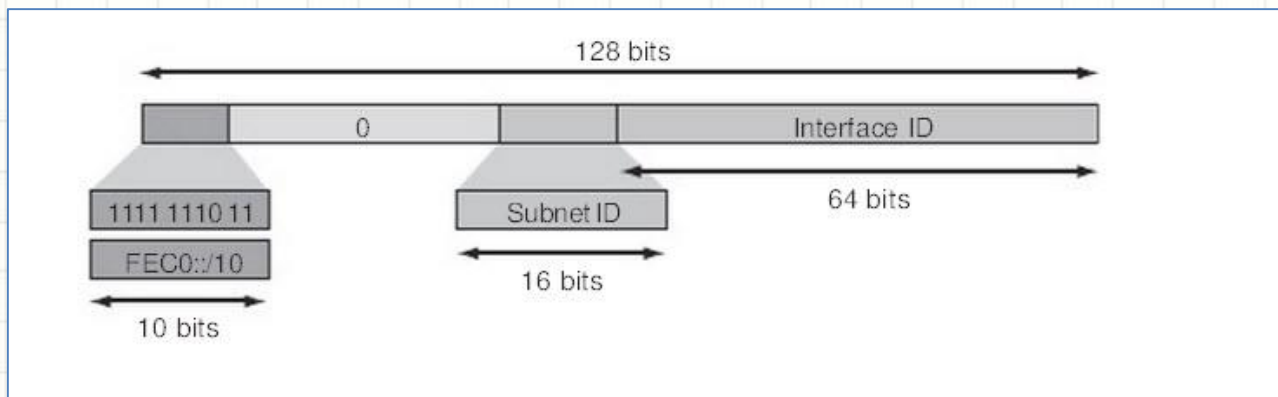
- *Adresse de loopback*
  - En IPV4: **127.0.0.1**
  - En IPV6: **::1/128**
- *Toute adresse inconnue*
  - En IPV4: **0.0.0.0/0**
  - En IPV6: **::/128**
- *Adresse de liaison locale*
  - En IPV6 ce sont des adresses attribuées dynamiquement à toute interface pour laquelle IPV6 a été activée. Toutes ces adresses commencent par **fe80::/10**
- *Adresse privée pour IPV4 ou Adresse locale unique pour IPV6*
  - Pour IPV4, pour chaque classe, nous retrouvons des adresses IP privée qui ne peuvent être routées sur Internet

# IPv6 et le multicast

- *Adresse privée pour IPV4 ou Adresse locale unique pour IPV6*
  - Pour IPV6 une adresse locale unique aura la structure suivante:



Attention car il existait les adresses de site local mais qui ont été dépréciées.



# IPv6 et le multicast

- *Adresse publique pour IPv4 ou adresse de portée globale pour IPv6 (Global Scope)*

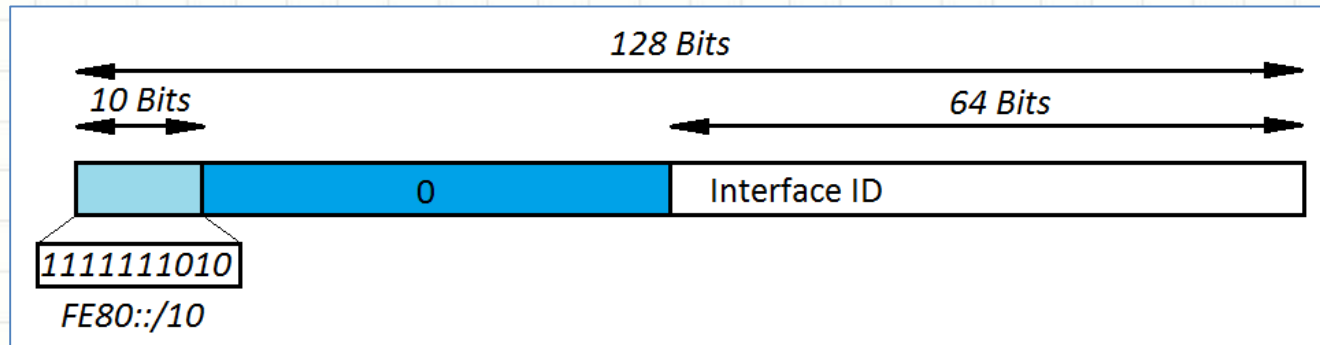
3 bits	9 bits	20 bits	16 bits	16 bits	64 bits
001	IANA to RIR	RIR to ISP	ISP to End Site	Net	Interface ID
001	IANA to RIR	RIR to End Site		Net	Interface ID
3 bits	9 bits	36 bits		16 bits	64 bits



# IPV6 – Construction d'une adresse

- Pour une adresse de liaison locale

Comme vu précédemment, une adresse de liaison locale a la structure suivante:

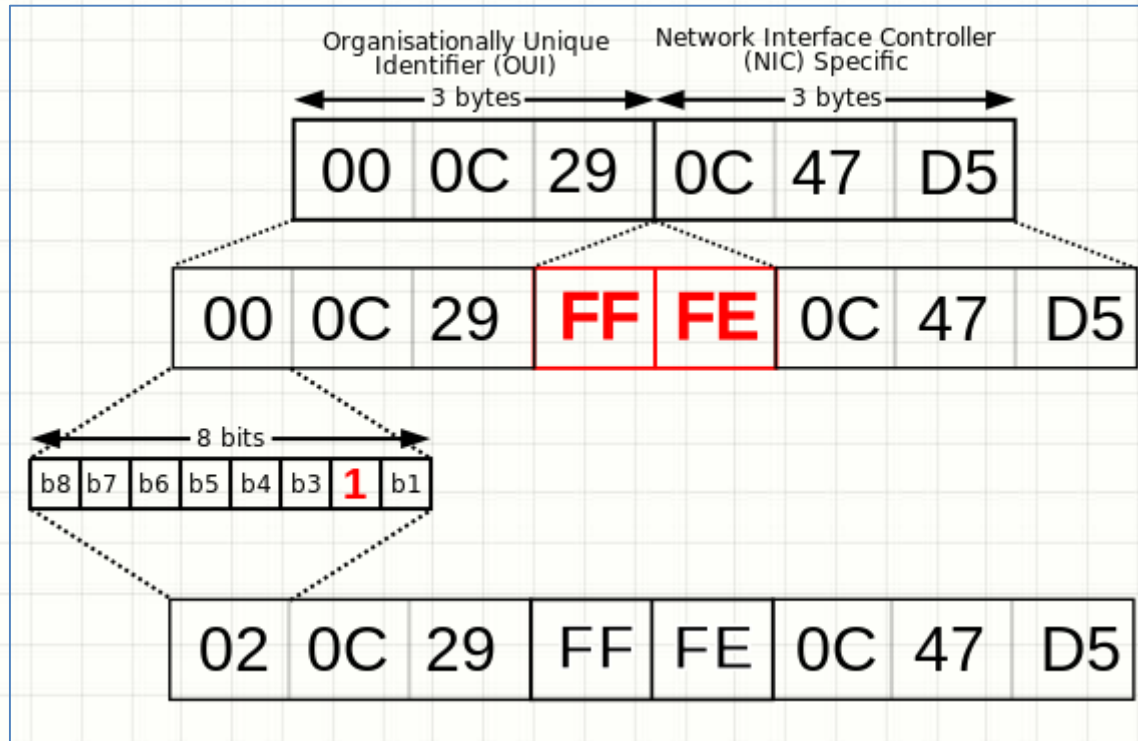


La première solution est de se baser sur une adresse physique qui serait dans un format EUI-64 de l'IEEE

La deuxième solution repose sur les adresses physiques représentées sur 48 bits comme le sont les adresses MAC de nos cartes réseau Ethernet. Il s'agit du format EUI-48 de l'IEEE

# IPV6 – Construction d'une adresse

Pour passer d'une adresse MAC sur 48bits à une adresse sur 64bits, nous adopterons la convention suivante:



# IPV6 – Construction d'une adresse

```
Invite de commandes
Carte réseau sans fil Wi-Fi :

Suffixe DNS propre à la connexion. . . : home
Adresse IPv6. . . . . : 2a02:a03f:6207:a100:76e5:bff:fe3f:4074
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::76e5:bff:fe3f:4074%13
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.13
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. . . . . : fe80::4265:a3ff:fe5d:d73%13
                                192.168.1.1
```

L'adresse de liaison locale est bien constituée comme suit:

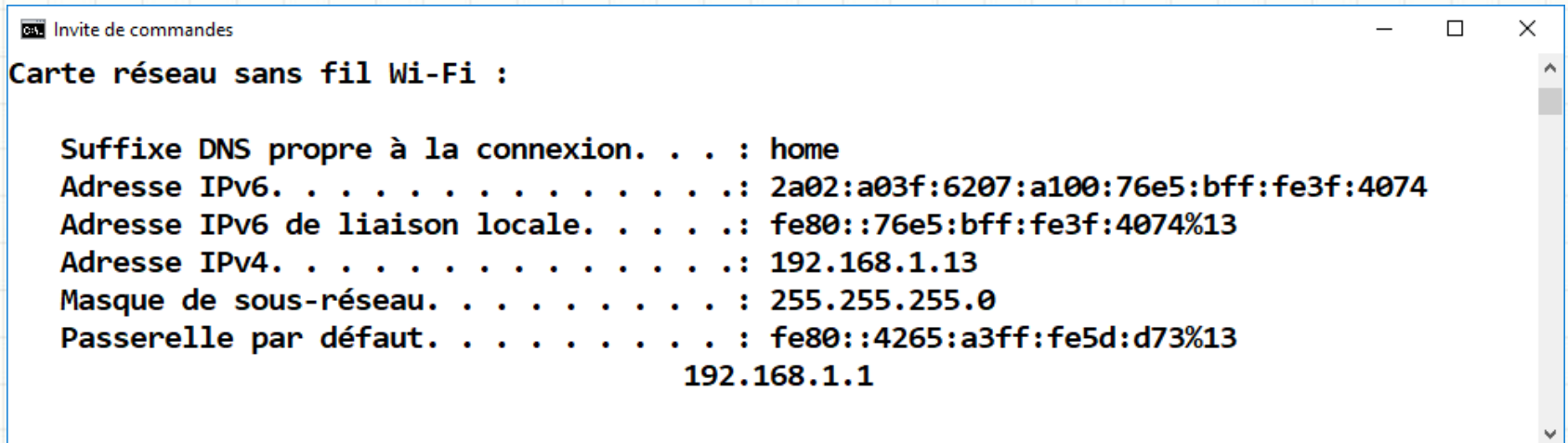
**fe80::76e5:0bff:fe3f:4074** L'adresse Mac de l'interface est **74-E5-0B-3F-40-74**

Remarquons que l'adresse de passerelle par défaut est l'adresse la liaison locale du routeur.

# IPV6 – Construction d'une adresse

- Pour une adresse unicast globale

Si nous reprenons la copie d'écran précédente, nous voyons que l'interface réseau reçoit une adresse globale



```
Invite de commandes

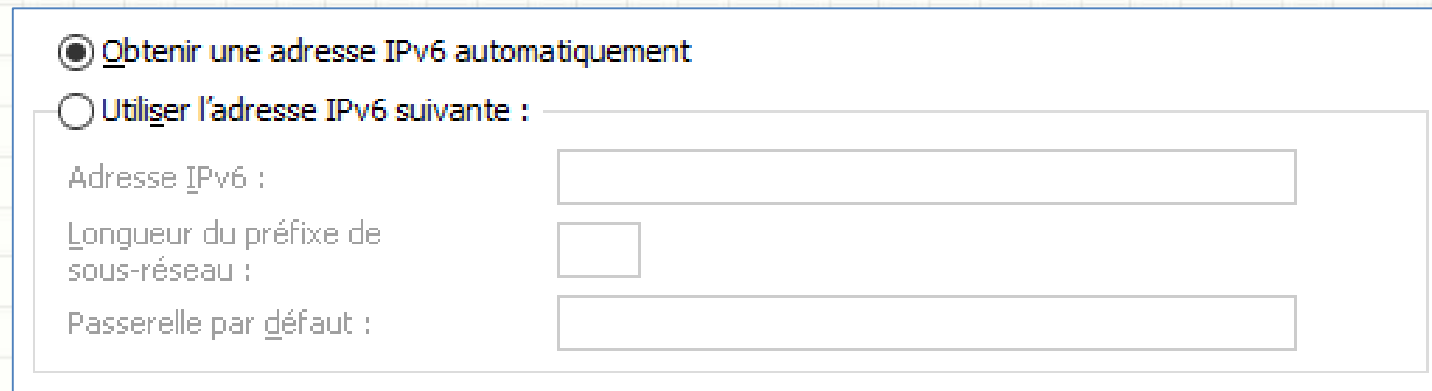
Carte réseau sans fil Wi-Fi :

Suffixe DNS propre à la connexion. . . : home
Adresse IPv6. . . . . : 2a02:a03f:6207:a100:76e5:bff:fe3f:4074
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::76e5:bff:fe3f:4074%13
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.13
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. . . . . : fe80::4265:a3ff:fe5d:d73%13
                                192.168.1.1
```

Pour l'adresse 2a02:a03f:6207:a100:76e5:bff:fe3f:4074, nous retrouvons le préfixe global sur 64 bits tandis que la même adresse basée sur l'adresse Mac nous fournit les autres 64bits

# IPV6 – Construction d'une adresse

Pour la configuration sous un environnement Microsoft ( Windows 10 )

A screenshot of the Windows 10 network configuration window for IPv6. It shows two radio buttons: 'Obtenir une adresse IPv6 automatiquement' (selected) and 'Utiliser l'adresse IPv6 suivante :'. Below the second option are three input fields: 'Adresse IPv6 :', 'Longueur du préfixe de sous-réseau :', and 'Passerelle par défaut :'.

☒ Obtenir une adresse IPv6 automatiquement

☐ Utiliser l'adresse IPv6 suivante :

Adresse IPv6 :

Longueur du préfixe de sous-réseau :

Passerelle par défaut :

Une adresse IPV6 peut être configurée de façon statique ou de façon automatique. Cette dernière façon peut prendre plusieurs formes différentes:

- Stateless Auto Address Configuration (SLAAC)
- Statefull DHCPV6
- Stateless DHCPV6



# IPV6 – Construction d'une adresse

La configuration des adresses sur un hôte reposera sur des options presents dans les messages RA envoyés par les routeurs voisins. Les options sont les suivantes:

- Le flag "Autonomous" permettant d'active le mode SLAAC
- Le flag "Valid Lifetime"
- Le flag "Managed address configuration flag"
- Le flag "Other statefull configuration flag"

Auto-address Configuration Method	ICMPv6 RA (Type 134)			Resulting IPv6 Addresses Configured	Additional Configuration Options (DNS servers, domain search list, etc.)
	A Flag	M Flag	O Flag		
SLAAC	1	0	0	Link-local, IPv6, Temporary IPv6	Manual (unless client supports RFC 6106/RDNSS)
Stateless DHCPv6	1	0	1	Link-local, IPv6, Temporary IPv6	DHCPv6
Stateful DHCPv6	0	1	N/R	Link-local, DHCPv6	DHCPv6

# IPV6 – Construction d'une adresse

Dans un paquet RA, si le bit A est à 1, alors nous sommes en mode SLAAC et l'hôte doit construire son adresse IPV6. Il n'est pas nécessaire d'avoir un serveur DHCPV6

Dans notre exemple, le routeur fournit le préfixe:

2a02:a03f:6207:a100:

Et sur base de l'adresse Mac, l'hôte finalise l'adresse complète en ajoutant les 65 bits d'identifiant de l'interface et nous avons  
2a02:a03f:6207:a100:76e5:bff:fe3f:4074

Sous Linux, la commande `rdisc6` permet d'envoyer une demande de sollicitation vers les routeurs. Voici un exemple de réponse...

# IPV6 – Construction d'une adresse

```
root@DESKTOP-C85E9FN: ~  
root@DESKTOP-C85E9FN:~# sudo rdisc6 eth4  
Soliciting ff02::2 (ff02::2) on eth4...  
  
Hop limit           :      undefined (      0x00)  
Stateful address conf. :          No  
Stateful other conf.  :          No  
Router preference    :      medium  
Router lifetime      :          0 (0x00000000) seconds  
Reachable time       :      15000 (0x00003a98) milliseconds  
Retransmit time      :          2000 (0x000007d0) milliseconds  
Prefix               : 2001:0:9d38:78cf:b00::/64  
  Valid time         :      infinite (0xffffffff)  
  Pref. time         :      infinite (0xffffffff)  
Prefix               : 2001:0:3545:3946:4e00:1000:e00:1/32  
  Valid time         :      infinite (0xffffffff)  
  Pref. time         :      infinite (0xffffffff)  
Prefix               : ::/0  
  Valid time         :          0 (0x00000000) seconds  
  Pref. time         :          0 (0x00000000) seconds  
from fe80::8000:f227:62c7:8730  
root@DESKTOP-C85E9FN:~#
```

# IPV6 – Construction d'une adresse

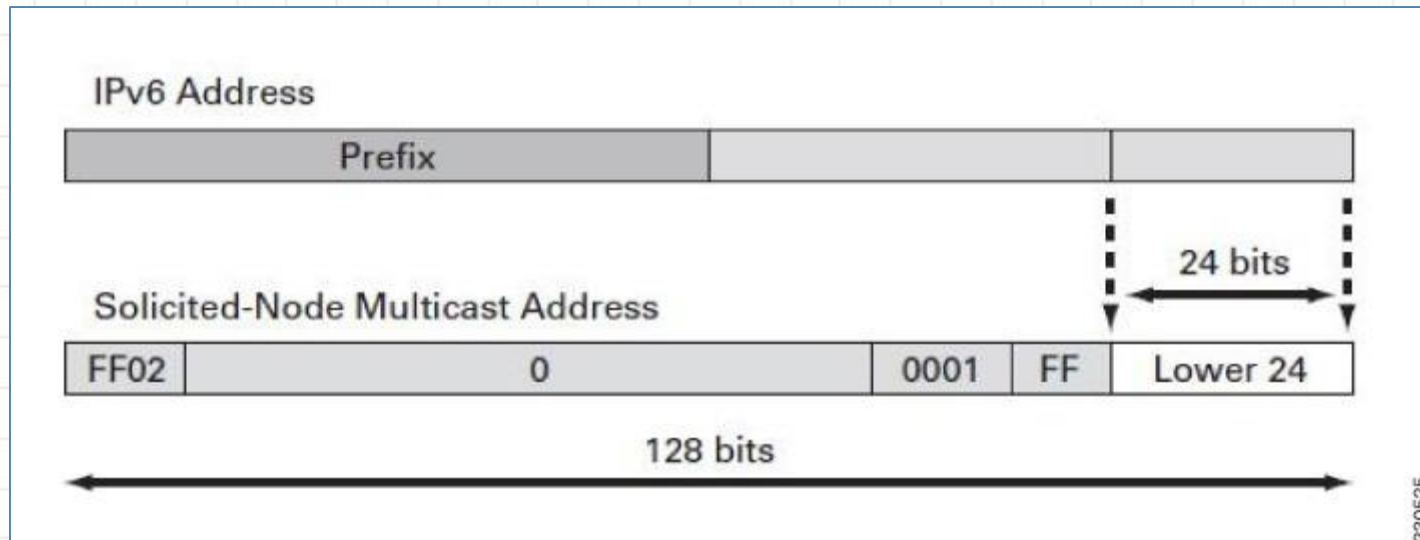
Nous pouvons également configurer notre interface de sorte qu'elle reçoive une adresse via un serveur DHCPV6

- Les flags M et O Flags sont à 1. DHCPv6 est utilisé pour fournir les paramètres et l'adresse IPV6. Cette configuration est connue sous le nom DHCPV6 statefull.
- Le Flag M est à 0 and le Flag O est à 1. DHCPv6 est utilisé pour assigné les paramètres tandis que l'adresse IPV6 peut être assignée automatiquement par les mécanismes de découverte des routeurs voisins. Cette combinaison est connue sous le nom DHCPV6 stateless.

# IPv6 – Le protocole ARP

Le protocole ARP sous IPV4 se base sur du broadcast. Hors, en IPV6, le broadcast a disparu... et ARP de même

En remplacement, nous retrouvons du multicast et l'utilité de la solicited node address dont voici la structure





# IPV6 – Le protocole ARP

Regardons concrètement la configuration sous Windows 10

```
Invite de commandes

Suffixe DNS propre à la connexion. . . : home
Adresse IPv6. . . . . : 2a02:a03f:6207:a100:76e5:bff:fe3f:4074
Adresse IPv6 de liaison locale. . . . : fe80::76e5:bff:fe3f:4074%13
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.13
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. . . . . : fe80::4265:a3ff:fe5d:d73%13
                                192.168.1.1
```

Étendue	Références	Dern	Adresse
0	0	Oui	ff01::1
0	0	Oui	ff02::1
0	3	Oui	ff02::c
0	2	Oui	ff02::fb
0	1	Oui	ff02::1:3
0	1	Oui	ff02::1:ff3f:4074

Les 24 bits de poids faible de l'IPv6 globale est **3f:4074**