

<b>CHAPITRE 02 GENERALITE SUR LE PROTOCOLE IPV6 .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>I. HISTORIQUE ET NORMALISATION.....</b>	<b>2</b>
<b>II. PRESENTATION DES ADRESSES IPV6 .....</b>	<b>3</b>
CARACTERISTIQUES .....	3
AVANTAGES.....	3
<b>III. LES REGLES D'ADRESSAGE IPV6.....</b>	<b>4</b>
<b>IV. COMPARAISON IPV4 VERS IPV6.....</b>	<b>5</b>
<b>V. TYPES ADRESSES IPV6 .....</b>	<b>7</b>
ADRESSE MONODIFFUSION (UNICAST) .....	8
ADRESSE MULTIDIFFUSION(MULTICAST).....	8
ADRESSE ANYCAST .....	8
<b>ADRESSE ANYCAST .....</b>	<b>8</b>
<b>ADRESSE MULTIDIFFUSION.....</b>	<b>9</b>
MULTIDIFFUSION ASSIGNEE .....	9
MULTIDIFFUSION A NŒUD SOLLICITE (SOLICITED-NODE MULTICAST) .....	11
<b>ADRESSE MONODIFFUSION .....</b>	<b>12</b>
ADRESSE IPV6 UNICAST GLOBAL .....	12
ADRESSE IPV6 LINK-LOCAL .....	15
ADRESSE IPV6 UNIQUE LOCAL .....	15
ADRESSE DE BOUCLAGE.....	16
ADRESSE NON SPECIFIEE (UNSPECIFIED ADDRESS) .....	17
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>17</b>

## Chapitre 02 Généralité sur le protocole ipv6

Objectifs généraux

À l'issue de ce chapitre, les étudiants seront en mesure de :

- Identifier et écrire les adresses ipv6,
- 

Objectifs spécifiques

compresser les adresses IPv6

générer les adresses IPv6 selon la méthode EUI-64

### Introduction

#### I. Historique et normalisation

Après la première définition d'IPv6 dans la RFC 1883, son processus d'adoption a été plus lent que prévu initialement.

Dans la figure ci-dessous, quelques points de repère importants sont indiqués.

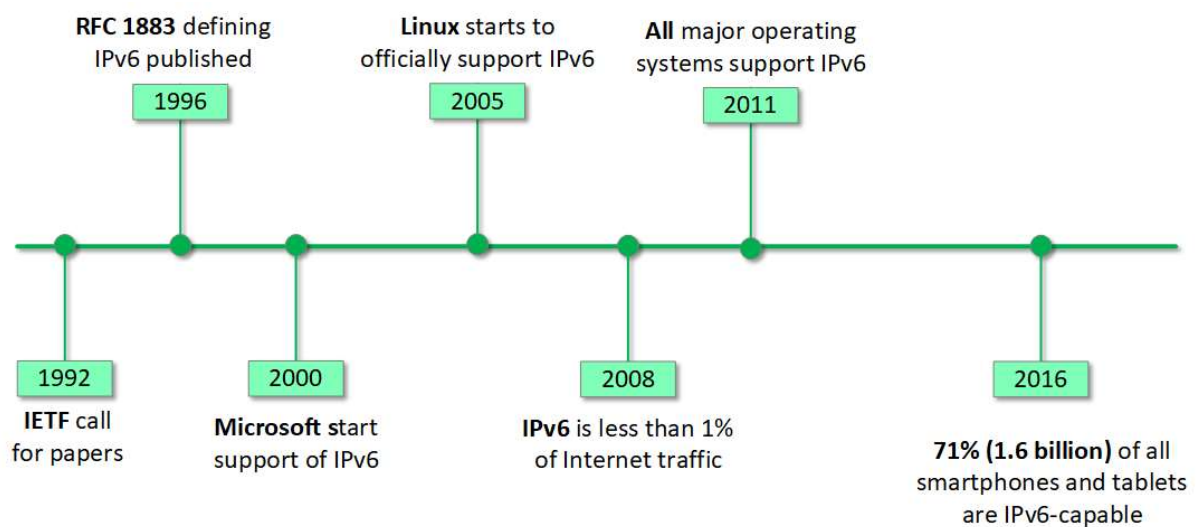


Figure 1: Chronologie IPv6

## II. Présentation des adresses IPv6

### Caractéristiques

Les adresses IPv6 sont des identifiants uniques d'interfaces :

- codés sur 128 bits
- et notés en hexadécimal en 8 mots de 16 bits (4 hexas) séparés par des ":".

2001:0db8:00f4:0845:ea82:0627:e202:24fe /64

16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits 16 bits  
65536 65536 65536 65536 65536 65536 65536 65536

Exemple d'adresse IPv6 Global Unicast

- ✓ Le **masque** identifie la partie fixe d'une adresse qui correspond aussi au **numéro de réseau de 64 bits** (le préfixe).
- ✓ Le **préfixe** est l'élément commun à toutes les adresses d'une même plage (au sein d'un réseau).

Par exemple, pour l'adresse "Global

Unicast" 2001:0db8:00f4:0845:ea82:0627:e202:24fe/64 dans son écriture extensive :

```
2001:0db8:00f4:0845:ea82:0627:e202:24fe/64
-----
16b 16b 16b 16b 16b 16b 16b 16b
-----
Préfixe      Interface ID      Masque
```

### Avantages

IPv6 répond aux exigences de plus en plus complexes de l'adressage hiérarchique qu'IPv4 ne fournit pas. Les principaux avantages et caractéristiques d'IPv6 sont les suivants :

- **Nouveau format d'en-tête** - la plupart des champs non essentiels de l'en-tête IPv4 ont été déplacés hors de l'en-tête IPv6, ce qui le rend plus efficace pour les routeurs intermédiaires.

Un en-tête plus simple offre plusieurs avantages par rapport à IPv4:

- ✓ Meilleure efficacité de la performance et l'évolutivité du routage et du débit de transfert

- ✓ Pas de diffusion et, par conséquent, pas de menace potentielle de tempêtes de diffusion.
- ✓ Aucune exigence pour le traitement des sommes de contrôle
- ✓ Mécanismes d'extension d'en-tête plus simples et plus efficaces
- **Extensibilité** - IPv6 a été conçu pour être facilement extensible en ajoutant des en-têtes d'extension après l'en-tête IPv6.
- **Grand espace d'adressage** - IPv6 a des champs d'adresse de 128 bits (représente environ 340 trillions de trillions de trillions d'adresses ), ce qui permet plusieurs niveaux de sous-réseaux et une allocation d'adresses plus efficace à partir des fournisseurs Internet régionaux.
- **Meilleure sécurité** - IPSec est intégré et fait partie du protocole IPv6. IPv6 a des extensions d'en-tête qui facilitent la mise en œuvre du chiffrement et de l'authentification.
- **Élimine le besoin de NAT/PAT** : NAT/PAT a été conçu dans le cadre de la solution de l'épuisement des adresses IPv4. Avec IPv6, l'épuisement des adresses n'est plus un problème. NAT64, cependant, joue un rôle important dans la rétrocompatibilité avec IPv4.
- **Adressage d'hôte sans état et avec état (SLAAC)** - En l'absence de serveur DHCP, les hôtes d'un réseau local peuvent automatiquement obtenir eux-mêmes des adresses IP et commencer à utiliser le réseau.
- **Interactions LAN plus efficaces** - Le protocole ARP basé sur la diffusion est remplacé par des messages ICMPv4 Neighbor Discovery plus efficaces qui utilisent la multidiffusion au lieu de la diffusion.
- **Plusieurs adresses IPv6 par appareil** - Les hôtes peuvent avoir plusieurs adresses IPv6 sur le même sous-réseau. Cela permet une sécurité améliorée, une plus grande confidentialité et crée la possibilité de fonctionnalités réseau supplémentaires.
- **Nouveaux types d'adresses** - De nouveaux types d'adresses de couche réseau ont été inclus dans la suite IPv6, tels que les adresses lien-local IPv6 non routables.

### III. Les règles d'adressage ipv6

- La notation impose un regroupement par 16 bits ou 2 octets.
- Les zéros leaders (du poids fort) de chaque bloc peuvent être omis.
- Les groupes consécutifs de zéros peuvent être substitués par des zéros.
- L'écriture selon le principe de CIDR: adresse/longueur\_préfixe.
- L'abréviation «::» ne peut apparaître qu'une fois au plus dans une adresse.

Exemple :

L'adresse **0080:0000 :0000 :0000 :0023 :4567 :89AB :CDEF** est équivalente à celles-ci, comme les règles d'adressages permettent de supprimer les zéros leaders : **80:0000 :0000 :0000 : 23 :4567 :89AB :CDEF** .

Il est également possible de remplacer un groupe de zéros consécutifs par un zéro :  
**80: 0 : 0 : 0 :23 :4567 :89AB :CDEF**

Les octets vides peuvent être omis, et donc l'adresse précédente devient :  
**80 :: 23 :4567 :89AB :CDEF**

Il est important de noter que dans certains cas il n'est pas possible de supprimer tous les octets vides. Pour l'adresse suivante : **2001:db8:0:12b0:0:0:54c:13ab**

Si on supprime tous les octets vides il nous sera impossible de savoir combien d'octets ont été raccourcis sur chaque coté. L'adresse équivalente sera : **2001:db8:0:12b0::54c:13ab**

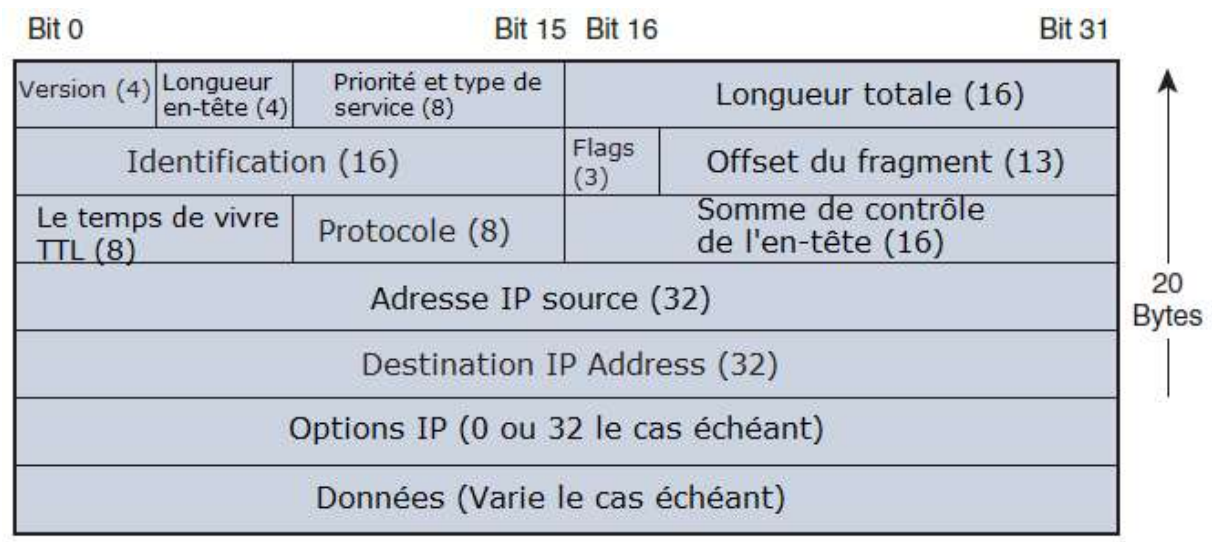
## IV.Comparaison ipv4 vers ipv6

Tableau A : Comparaison d'adresses IPv4 et IPv6

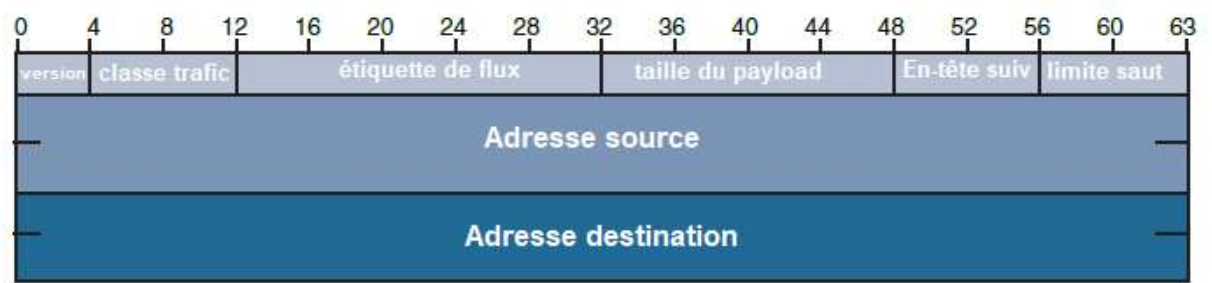
	IPv4	IPv6
Nombre d'octet	<b>4 Octets</b>	<b>16 Octets</b>
Nombre total d'adresses IP	4,294,967,296 or $2^{32}$	$3.4 * 10^{38}$ or $2^{128}$

--	--	--

En-tête IPv4



En-tête IPv6



REMARQUE : La RFC 2460 pour la spécification complète d’IPv6.

Champs	Description
Version	Contient la version du protocole IP selon laquelle le paquet IP a été créé.
Classe de trafic (traffic class)	Définit les priorités (8 bits)
Identificateur de flux (flow label)	Les paquets avec le même identificateur de flux sont traités de la même manière (20 bits)

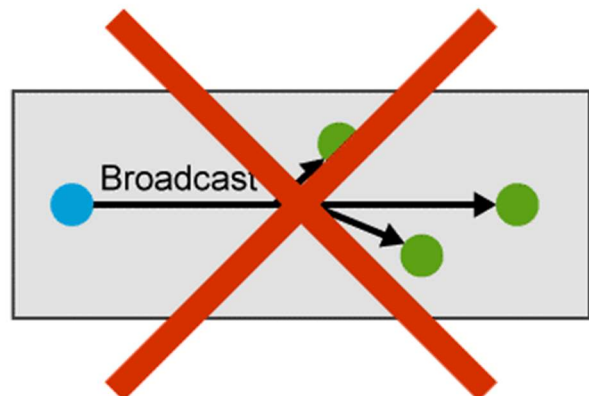
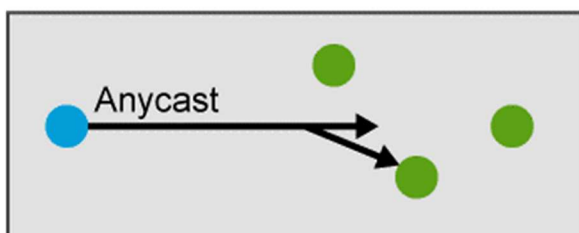
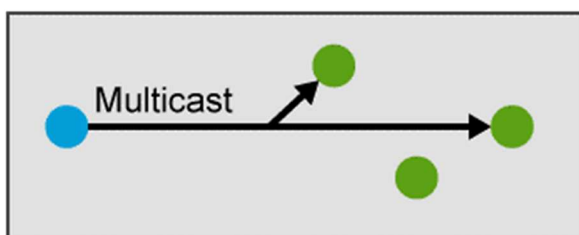
<b>Longueur des données utiles (payload length)</b>	Donne la longueur du contenu du paquet, y compris les extensions mais sans les données d'en-tête (16 bits)
<b>En-tête suivant (next header)</b>	Indique le protocole de la couche de transport supérieure (8 bits)
<b>Sauts maximum (hop limit)</b>	Indique le nombre de sauts maximal pour les étapes intermédiaires (routeurs), sur lesquelles un paquet peut passer avant d'expirer (8 bits)
<b>Adresse IP source (Source IP address)</b>	Comprend l'adresse de l'expéditeur (128 bits)
<b>Adresse IP destination (destination IP address)</b>	Comprend l'adresse du destinataire (128 bits)

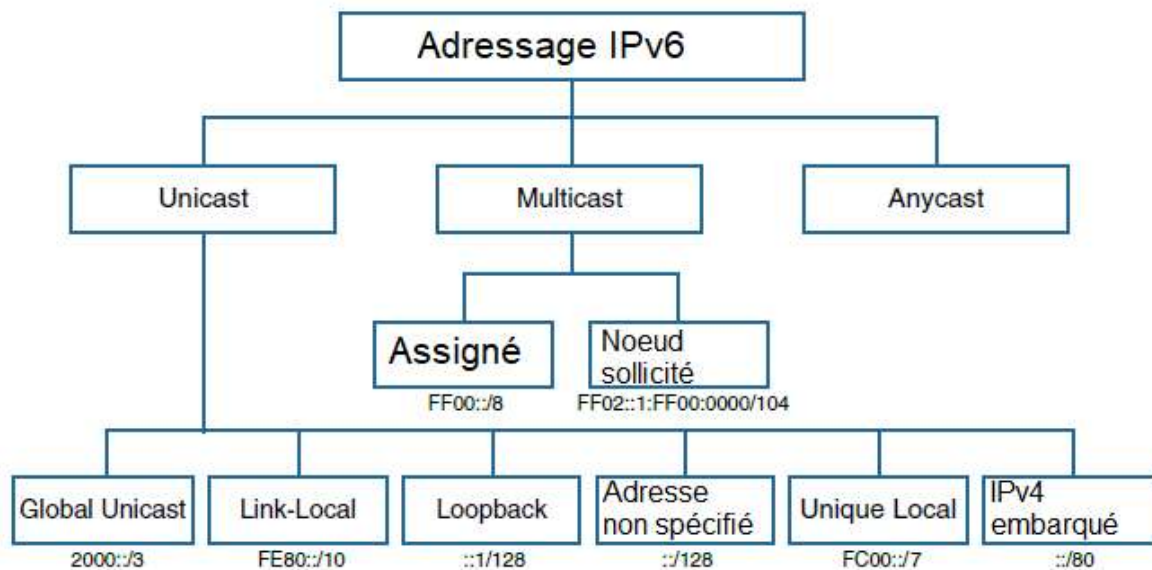
## V.Types adresses ipv6

IPv4 a trois types d'adresses : unicast, multicast et broadcast.

IPv6 utilise unicast, multicast et anycast.

IPv6 n'utilise pas de diffusion.





### Adresse monodiffusion (unicast)

Une adresse unicast identifie de manière unique une interface sur un périphérique IPv6.

Un paquet envoyé à une adresse unicast est reçu par l'interface qui lui est affectée.

### Adresse multidiffusion(multicast)

La multidiffusion est une technique utilisée pour qu'un appareil envoie un seul paquet à plusieurs destinations simultanément.

### Adresse anycast

### Adresse anycast

Il s'agit d'une adresse qui peut être affectée à plusieurs appareils ou interfaces.

Un paquet envoyé à une adresse anycast est routé vers le périphérique "le plus proche" qui est configuré avec l'adresse anycast,

### IPv6 Anycast Address





### Exemple :

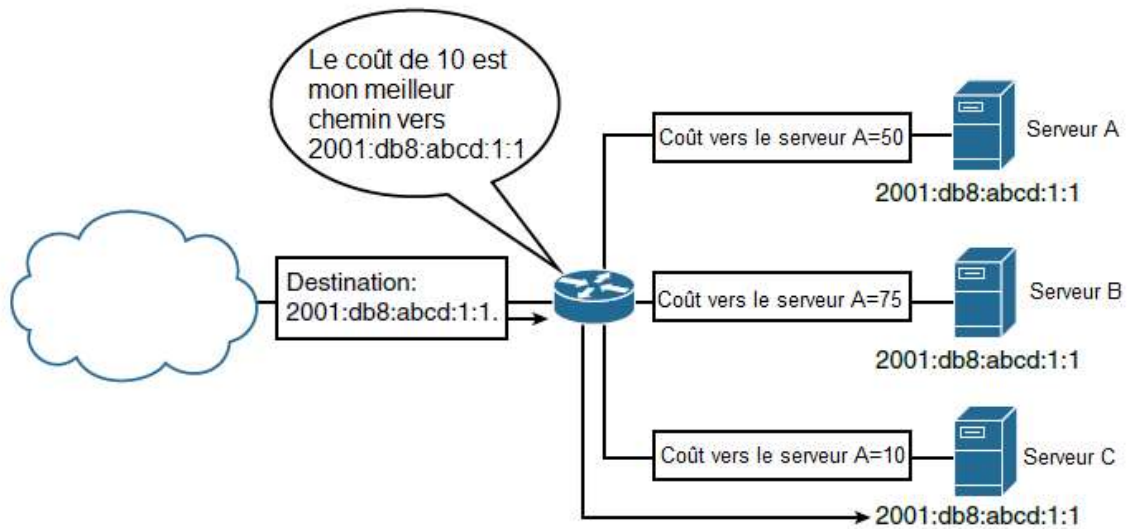


Figure 2: Exemple d'adressage Anycast

### Adresse multidiffusion

Une adresse IPv6 multicast définit un groupe de périphériques connu sous le nom de groupe multicast et est équivalent 224.0.0.0/4 en IPv4.

Les adresses IPv6 multicast ont le préfixe FF00::/8.

Deux types d'adresses de multidiffusion IPv6 sont utilisés :

- Multidiffusion assignée
- Multidiffusion à Nœud sollicité (Solicited node multicast)

#### Multidiffusion assignée

Les adresses de multidiffusion assignées sont utilisées dans le contexte de protocoles spécifiques.

Deux groupes de multidiffusion IPv6 les plus courants sont les suivants :

- **Groupe multicast All-nodes FF02::1:** Il s'agit d'un groupe multicast auquel se joignent tous les périphériques compatibles IPv6.

Par exemple, un routeur qui envoie une annonce de routeur (RA: Router Advertisement) ICMPv6 utilise l'adresse All-nodes FF02::1. Les périphériques compatibles IPv6 peuvent ensuite utiliser les informations RA pour connaître les informations d'adresse du lien telles que le préfixe, la longueur du préfixe et la passerelle par défaut.

- **Groupe multidiffusion tous routeurs FF02::2:** Il s'agit d'un groupe multicast auquel tous les routeurs IPv6 se joignent. Un routeur devient membre de ce groupe lorsqu'il est activé en tant que routeur IPv6 avec la commande de configuration `globale ipv6 unicast-routing`. Un paquet envoyé à ce groupe est reçu et traité par tous les routeurs IPv6 sur le lien. Par exemple, les périphériques compatibles IPv6 envoient des messages de sollicitation de routeur ICMPv6 (RS) à l'adresse multicast all-routers demandant un message RA.

### IPv6 Multicast Address



#### Flags

R	0=No embedded RP 1=Embedded RP
P	0=Not based on unicast 1=Based on unicast
T	0=Permanent Address 1=Temporary Address

#### Scope

1	Node
2	Link
3	Subnet
4	Admin
5	Site
8	Organization
E	Global
F	Reserved
Others (6,7,9,A,B,C,D) are Unassigned.	

## Multidiffusion à nœud sollicité (Solicited-Node Multicast)

En plus de chaque adresse unicast affectée à une interface, un périphérique possède une adresse multicast spéciale connue sous le nom d'adresse multicast de nœud sollicité.

Ces adresses de multidiffusion sont automatiquement créées à l'aide d'un mappage spécial de l'adresse unicast du périphérique avec le préfixe de multidiffusion par nœud sollicité FF02:0:0:0:0:0:1:FF00::/104.

l'adresse de multidiffusion par nœud sollicité se compose de deux parties :

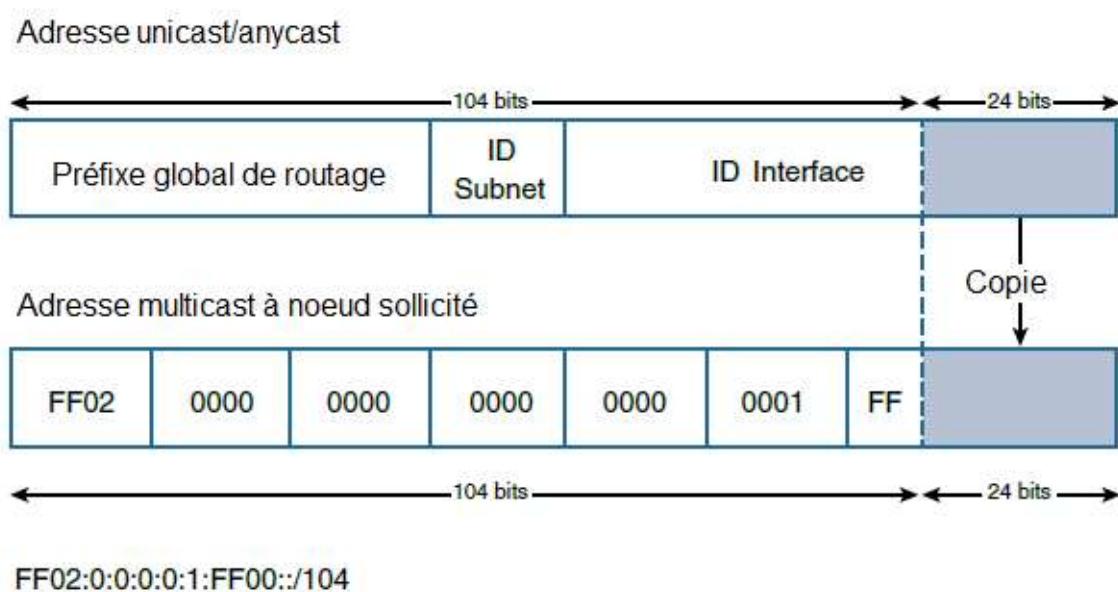


Figure : Structure d'adresses de multidiffusion à nœud sollicité

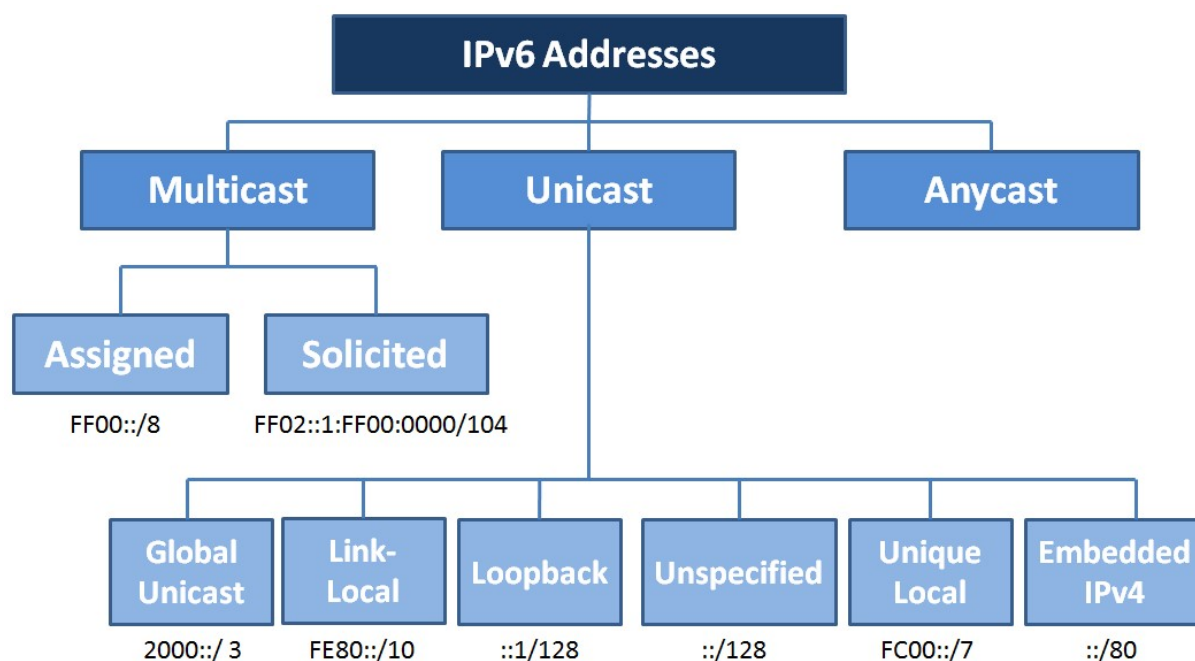
### IPv6 Solicited-Node Multicast Address



**Le préfixe multicast FF02:0:0:0:0:0:1:FF00::/104** : Il s'agit des 104 premiers bits de toute l'adresse de multidiffusion par nœud sollicité.

**Les 24 bits Moins significatif** : Ces bits sont copiés à partir des 24 bits de l'extrême droite de l'adresse unicast globale ou de l'adresse unicast locale de l'appareil.

## Adresse monodiffusion



### Adresse ipv6 Unicast global

Les adresses unicast globales sont des adresses routables sur un réseau public similaire aux adresses IPv4 publiques.

Les adresses unicast globales actuellement attribuées par l'Internet Assigned Numbers Authority (IANA) utilisent la plage d'adresses qui commencent par la valeur binaire 001 (2000::/3).

Cette plage représente un huitième de l'espace adresse IPv6 total et constitue le plus grand bloc d'adresses assignées.

La Figure D montre comment l'espace d'adressage IPv6 est divisé en une portion de huit segments basée sur la valeur des 3 premiers bits.

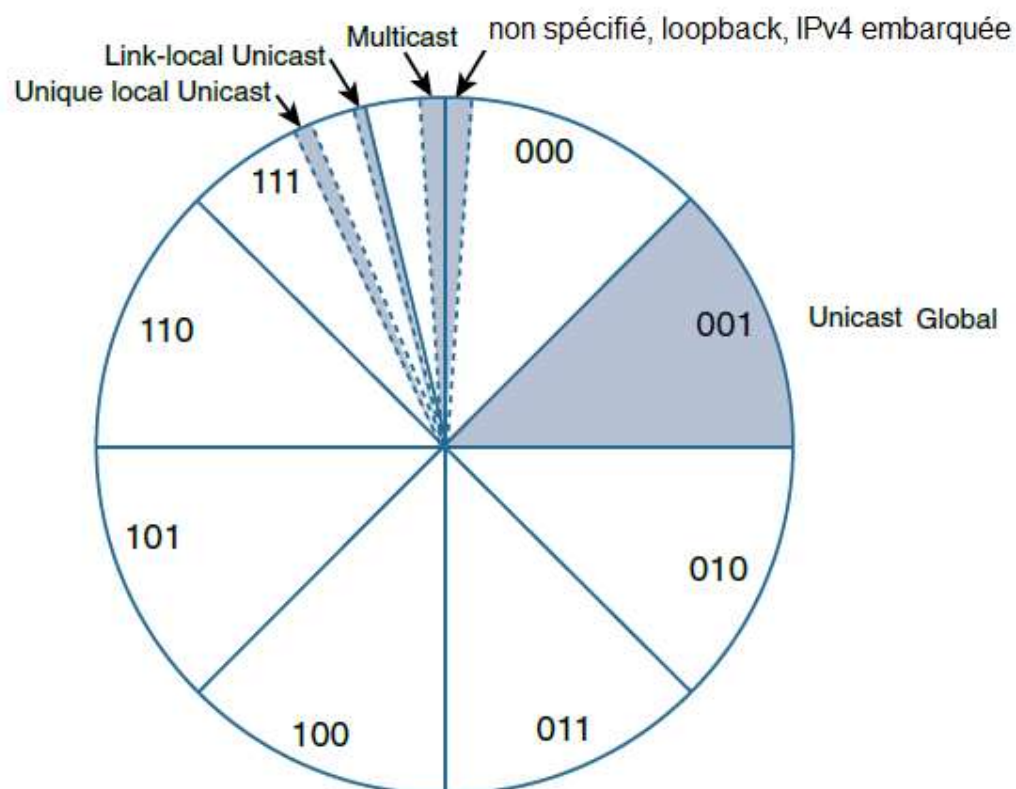
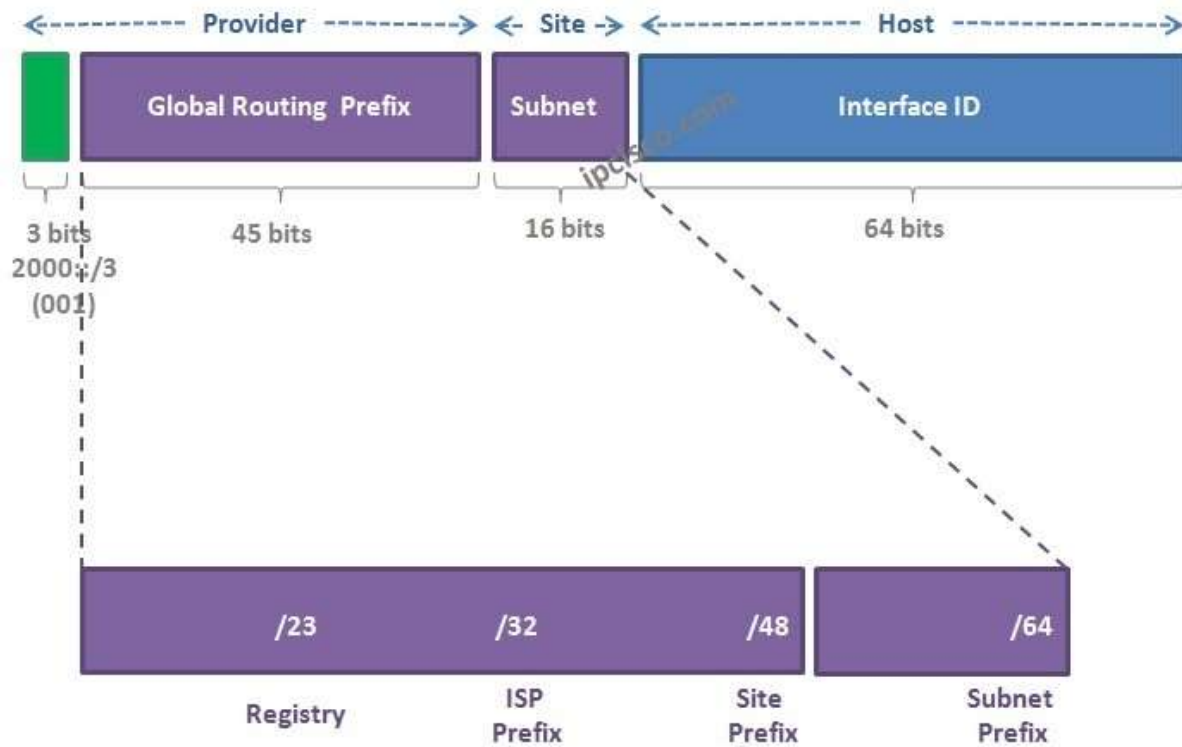


Figure D – Attribution de l'espace d'adressage IPv6

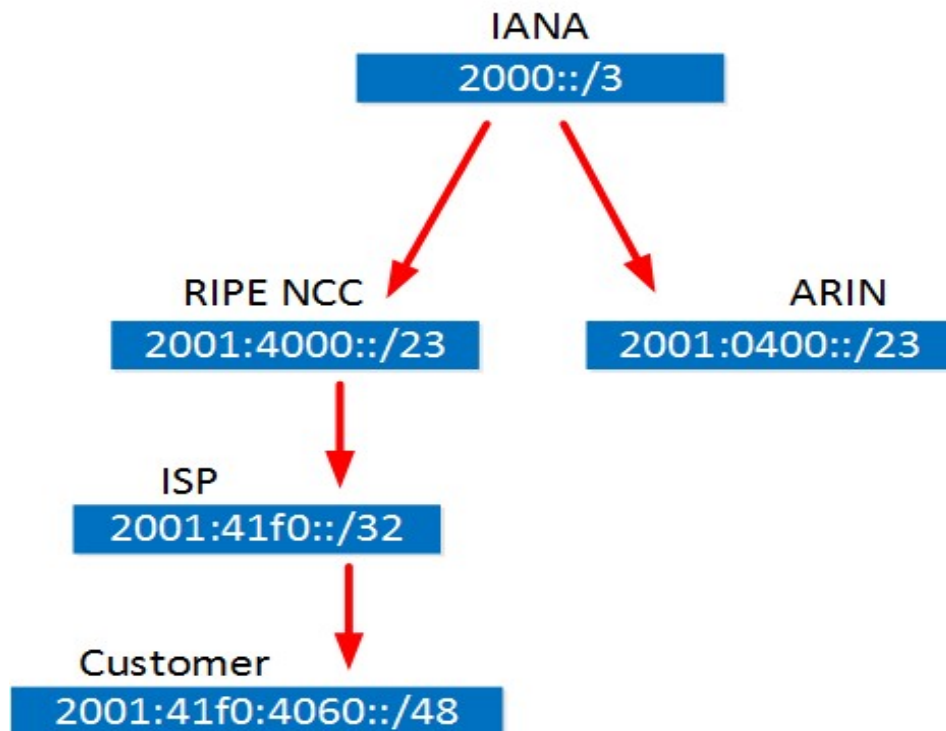
En utilisant le fragment 2000::/3, l'IANA assigne des blocs d'adresses /23 ou plus courts aux cinq Enregistreurs Régionaux d'Internet (RIR: Regional Internet Registries).

A partir de là, les fournisseurs d'accès Internet se voient attribuer des blocs d'adresses /32 ou plus courts. Les fournisseurs de services Internet attribuent ensuite aux sites – leurs clients – un bloc d'adresses /48 ou plus court.

## Global Unicast IPv6 Address



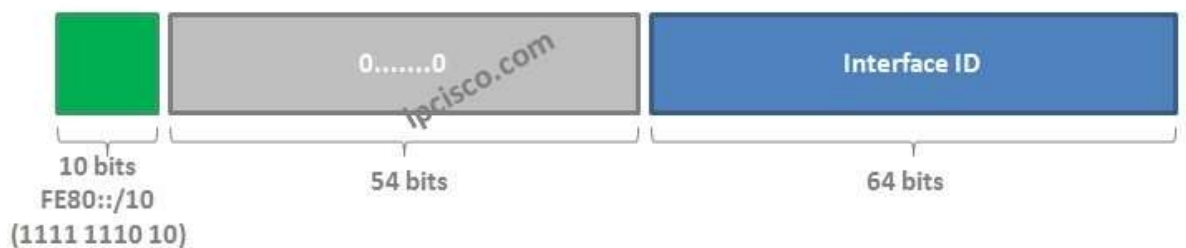
Exemple :



## Adresse ipv6 Link-Local

- Une adresse Link-Local est obligatoire sur chaque interface activée en IPv6.
- Elle est générée automatiquement et elle est censée être unique sur le lien.
- On la reconnaît par son préfixe fe80::/10 ou ses dix premiers bits à 111111010.
- Cette destination est purement locale sur la liaison de l'interface. Les routeurs IPv6 ne transfèrent pas cette destination.
- Leurs durées de vie Valid Lifetime et Preferred Lifetime sont infinies.
- Configurées sur les interfaces leur masque est obligatoirement /64.

### Link-Local Unicast IPv6 Address



Les adresses link-local sont limitées à un seul lien.

Les paquets contenant une adresse source ou de destination de type link-local ne sont pas routables hors leur lien.

Les adresses unicast link-local sont comprises entre FE80::/10 et FEBF::/10.

Les adresses link-local sont configurées avec l'une des trois façons suivantes :

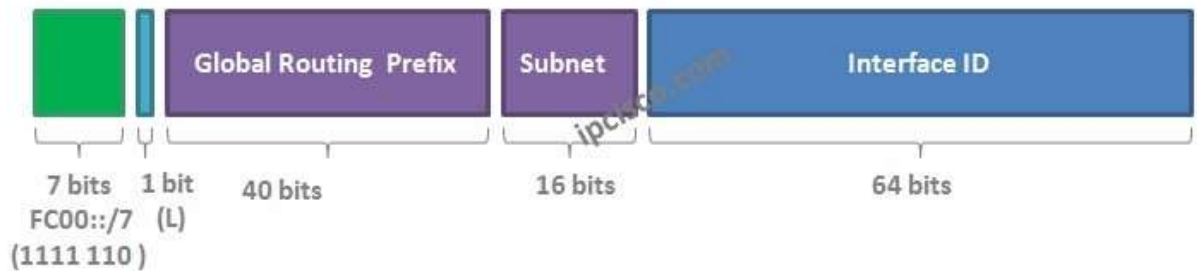
- Dynamiquement, en utilisant EUI-64
- ID d'interface générée au hasard
- Statiquement, saisir manuellement l'adresse link-local

## Adresse ipv6 unique local

- Comparables aux adresses privées IPv4 RFC1918 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 et 192.168.0.0/16 dans le sens où elles ne sont pas "globalement routables".
- Elles ne connaissent pas de destination dans l'Internet public.
- Elles permettent aux sites privés de s'interconnecter entre eux en réduisant la probabilité de conflits sur des blocs d'adresses non uniques qui se chevauchent.
- En cas de fuite DNS, il y a peu de risque de conflit avec d'autres adresses.

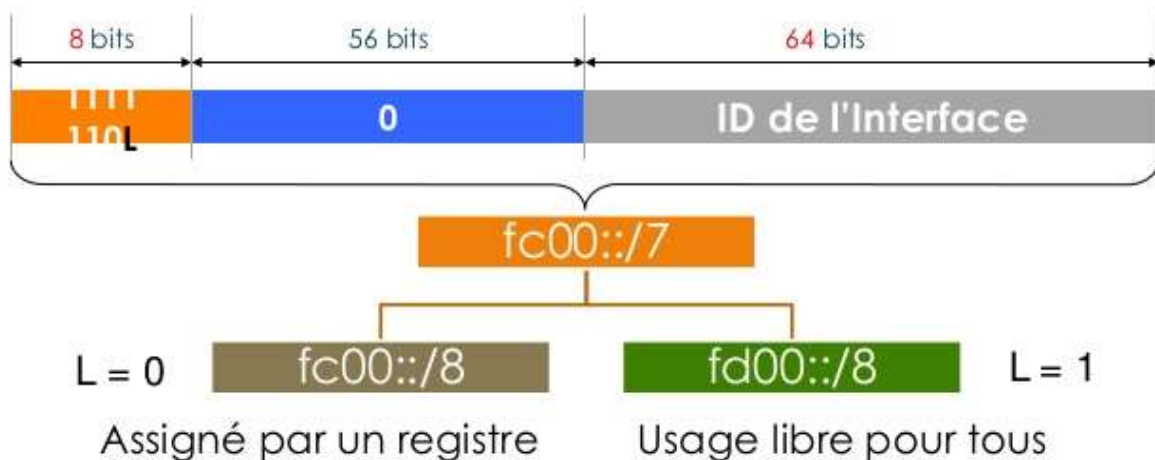
- Cet adressage privé IPv6 est censé être unique afin d'éviter un chevauchement d'adresses identiques à chaque extrémité d'une connexion VPN par exemple.
- On les reconnaît par leur préfixe FD00::/8 dont les 40 bits suivants ont été générés aléatoirement pour compléter un préfixe /48.

### Unique-Local Unicast IPv6 Address



### Exemple :

On peut les utiliser pour identifier des destinations privées entre des sites distants entre Paris et Lille, entre Bruxelles et Londres ou entre le bâtiment de la rue du commerce et celui du Boulevard du Nord ... à travers des connexions dédiées ou Internet sécurisées par IPSEC



### Adresse de bouclage

L'adresse de bouclage (Loopback) pour IPv6 est une adresse dont tous les bits égalent à 0 à l'exception du dernier bit, qui est mis à 1 comme dans IPv4,

un périphérique final utilise l'adresse de bouclage IPv6 pour s'envoyer un paquet IPv6 afin de tester la pile TCP/IP.

L'adresse de bouclage ne peut pas être affectée à une interface et n'est pas routable en dehors de l'appareil.



l'adresse 0 :0 :0 :0 :0 :0 :0 :1 équivalente à 127 .0.0.1 en IPv4 ayant le préfixe ::1/128 est d'une validité limitée à l'hôte.

### Adresse non spécifiée (Unspecified Address)

L'adresse unicast non spécifiée est l'adresse dont tous les bits égalent à 0, représentée par ::.

Il ne peut pas être affecté à une interface mais est réservé aux communications lorsque le périphérique émetteur n'a pas encore d'adresse IPv6 valide.

(0 :0 :0 :0 :0 :0 :0 :0) cette adresse est utilisée par des protocoles d'initiations d'interfaces.

## Conclusion

	IPv4	IPv6
Historique	Septembre 1981	Décembre 1998
Norme	RFC 791	RFC: 2460
Adresse	32 bits (4 octets)	128 bits (16 octets)
Fragmentation de paquets	Routeurs et hôtes d'envoi	Envoi d'hôtes uniquement
Configuration d'adresse	Manuel ou via DHCP	Autoconfiguration d'adresse sans état (SLAAC) à l'aide du protocole ICMPv6 (Internet Control Message Protocol) version 6 ou DHCPv6
Enregistrements DNS	Adresse (A) enregistrements, noms d'hôtes cartes Enregistrements de pointeur (PTR), Domaine DNS IN- ADDR.ARPA	Enregistrements d'adresse (AAAA), noms d'hôtes cartes Enregistrements de pointeur (PTR), Domaine DNS IP6.ARPA
IPSec	en option, externe	Champs obligatoires
Taille de paquet	576 octets requis, fragmentation facultative	1280 octets requis sans fragmentation
Résolution IP vers MAC	diffusion ARP	Sollicitation Voisin Multicast

