

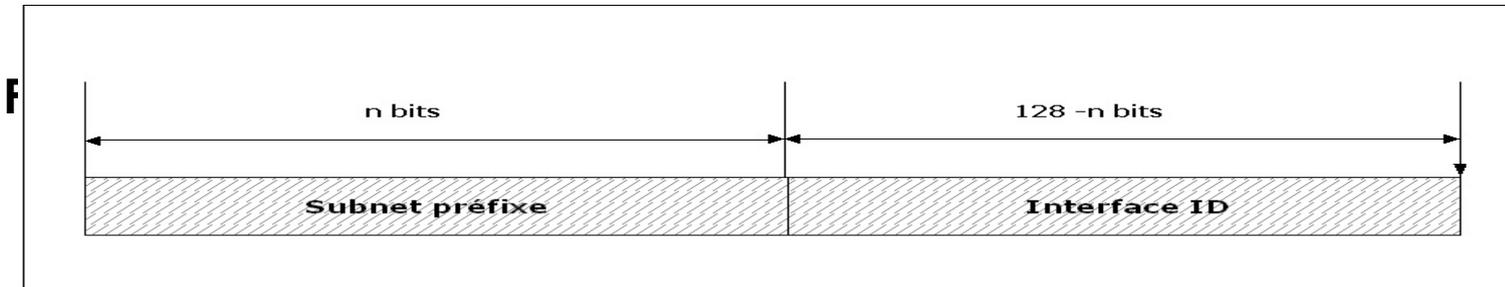
IPv6

A dressage IPv6

Alain Patrick AINA
aalain@afrinic.net

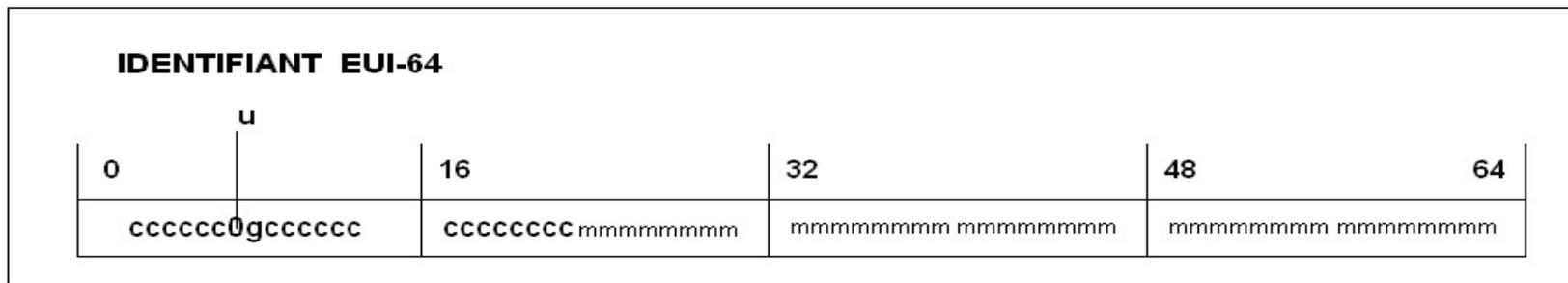
Adressage IPv6

- **Plusieurs type d'adresse:**
 - **adresses unicast: un à un**
 - **adresses anycast: un à un parmi plusieurs**
 - **adresses multicast:: un à plusieurs**
- **Format des adresses IPv6**
 - **n bits pour identifier le préfixe réseau**
 - **128-n bits pour identifier les interfaces**



Identifiant d'interface

- Les Identifiants d'Interfaces en adresse unicast IPv6 sont utilisés pour identifier les interfaces sur un lien.
- Ils sont censés être uniques au sein d'un sous-réseau
- Ils peuvent être aussi unique à des échelles plus étendues
- Pour toutes les adresses unicast excepté celle commençant par la valeur binaire 000, les ID d'interfaces doivent être de 64 bits, construits au format EUI-64 en inversant le bit u d'un identifiant EUI-64 .



Le « c » est le company ID et le « m » représente l'identifiant choisi par le fabricant

Identifiant d'interface à base d'adresse MAC

IDENTIFIANT IEEE 48-bit

0	16	32	48
cccccc0gcccccc	cccccccc mmmmmmmm	mmmmmmmm mmmmmmmm	

- En inversant le bit u et en ajoutant les deux valeurs hexadécimal 0xff et 0xfe

IDENTIFIANT EUI-64 à partir d'un IDENTIFIANT MAC

0	16	32	48	64
cccccc1gcccccc	cccccccc 11111111	11111110 mmmmmmmm	mmmmmmmm mmmmmmmm	

Adressage IPv6

- **Le type d'une adresse IPv6 est identifié par les bits de niveaux élevés de l'adresse comme ci-dessous:**

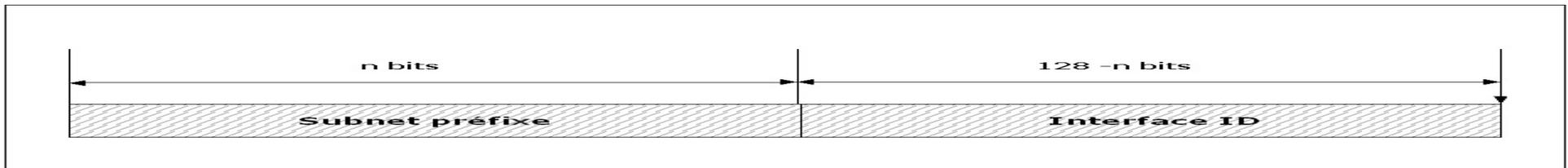
Type d'adresse	Préfixe (binaire)	Notation IPv6
Non spécifiée	00...0 (128 bits)	::0/128
loopback	00...1(128 bits)	::1/128
Multicast	1111 1111	FF00::/8
lien-local Unicast	1111 1110 10	FE80::/10
Global Unicast	Tout le reste	

:: - Adresse de type 'non spécifié'

::1 - Adresse 'loopback'

Adresses Unicast

- Les adresses IPv6 unicast peuvent être agrégée avec des préfixes de longueurs variables comme en CIDR IPv4
 - Composé d'un préfixe de sous-réseau de « n » bits et d'un identifiant d'interface de « 128-n bits »

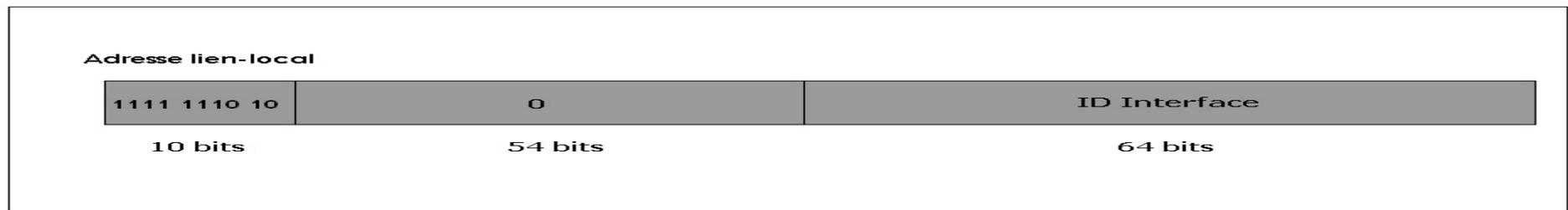


il existe plusieurs types d'adresses unicast en IPv6:

- Le global Unicast
- Site-local (déprécié par RFC 3879)
- Link-local unicast
- Il y a aussi des sous-type de global unicast comme les adresses IPv4 mappé IPv6 et les adresses anycast

Adresses lien-local

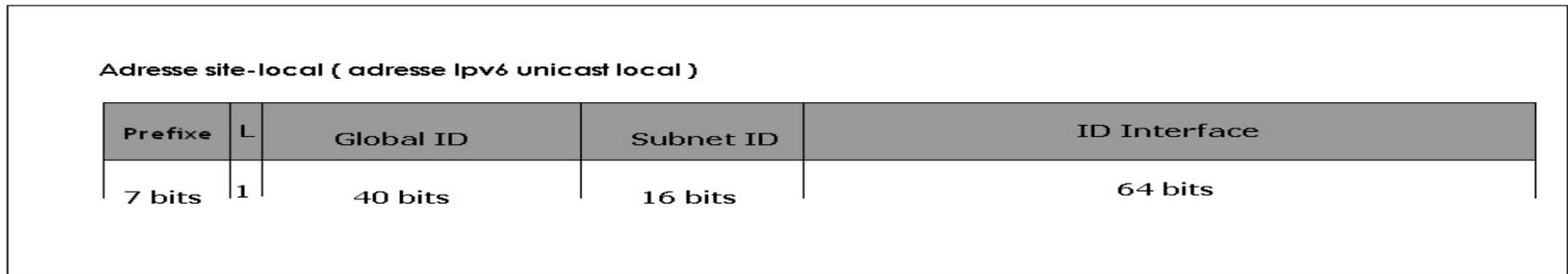
- Les adresses lien-local sont utilisées pour un lien unique. Elles ont le format ci-dessous



- Les adresses lien-local sont utilisées pour l'adressage sur un lien unique pour les besoins de configuration d'adresse automatique, la découverte des voisins ou quand aucun routeur n'est présent
- Les routeurs ne doivent pas transférer des paquets avec adresses source ou destination lien-local vers d'autres liens.

Adresse site-local(rfc1918 en v4)

- Désormais connu sous le nom “adresse local unique» ULA
- Format d'adresse IPv6 unicast Globalement unique destiné à des communications locales et entre un nombre limité de sites
- RFC 4193
- Il est au format ci-dessous



Préfixe :FC00::/7

L: 1 indique que le préfixe est assigné localement

Global ID: 40 bits d'un identifiant global utilisé pour créer un préfixe globalement unique

Subnet ID: 16 bits identifiant d'un sous-réseau au niveau d'un site

Interface ID: 64 bits identifiant l'interface

Adresses unicast globales

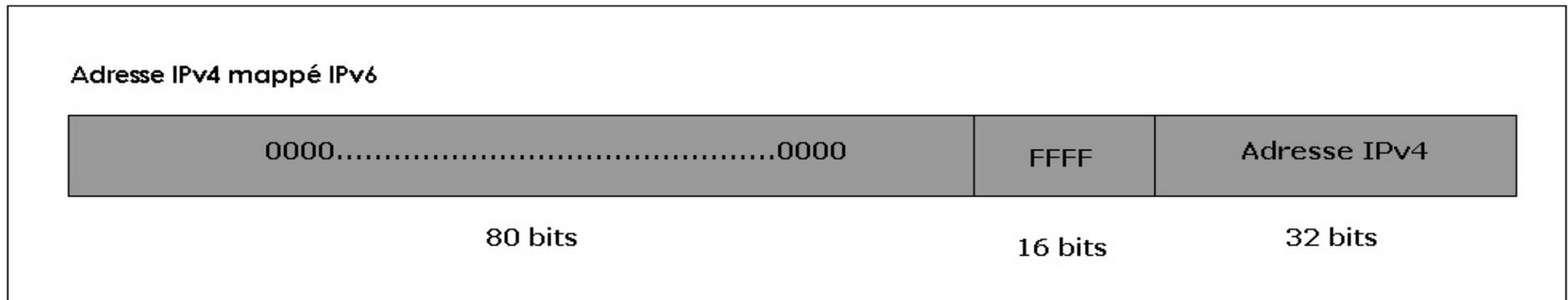
- **Le format général pour une adresse IPv6 unicast globale est le suivant:**

Préfixe de routage global	ID Sous réseau	ID Interface
---------------------------	----------------	--------------

- **Le préfixe de routage global est une valeur (structurée de façon hiérarchique) assignée à un site (cluster de sous-réseaux et de liens)**
- **Pour toutes les adresses unicast global excepté celle commençant par la valeur binaire 000 ont une interface ID sur 64 bits.**

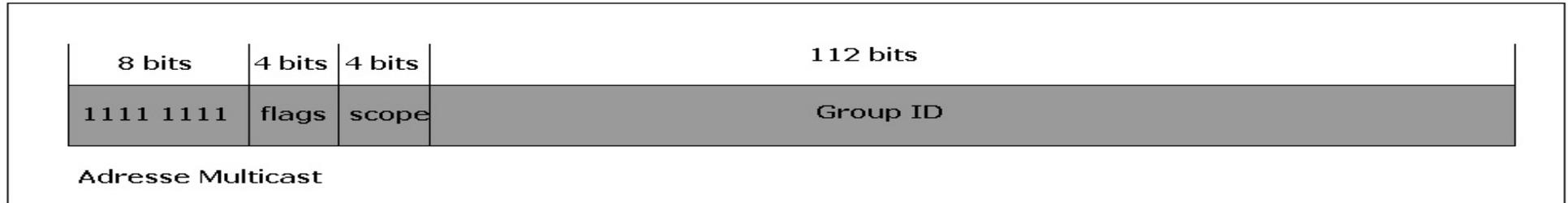
Adresses d'encapsulation IPv4/IPv6

- Adresses IPv4 mappé IPv6
 - Pour représenter des noeuds uniquement IPv4.Utiliser exclusivement par les noeuds IPv6 pour les contacter



Multicast

- Le format général pour une adresse IPv6 multicast est le suivant:



- 4 bits 'flag'
 - le premier bit est réservé (toujours à 0); pour le deuxième et le troisième bit voir RFC 3306 et 3956
 - Dernier T: **0**: validité permanente **1**: temporaire
- 4 bits 'scope'
 - 0: réservé
 - 1: Etendu interface-local
 - 2: Etendu lien-local
 - 3: réservé
 - 4 Etendu Admin-local
 - 5: Etendu site-local
 - 8: Etendu organisation locale
 - E: Etendu global
 - F: réservé

Adresses Multicast prédéfinies

- **FF01::1**

- **FF02::1**

Adresses multicast identifiant le groupe de tous les noeuds IPv6 avec scope 1 (interface-local) ou 2 (link-local)

- **FF01::2**

- **FF02::2**

- **FF05::2**

Adresses multicast identifiant le groupe de tous les routeurs IPv6 avec scope 1(interface-local), 2 (link-local), 5 (site-local).

- **FF02::1:FFXX:XXXX**

Adresse multicast sollicitation de noeud (Solicited Node multicast address) xxxxxx represente les 24 derniers bits de l'adresse unicast ou anycast

Utilisation de multicast

- **Broadcasts dans IPv4**

Interrompt tous les ordinateurs sur le LAN même si l'intention de la demande était pour un ou deux ordinateurs

Peut complètement bloquer le réseau ("broadcast storm")

- **Broadcasts dans IPv6**

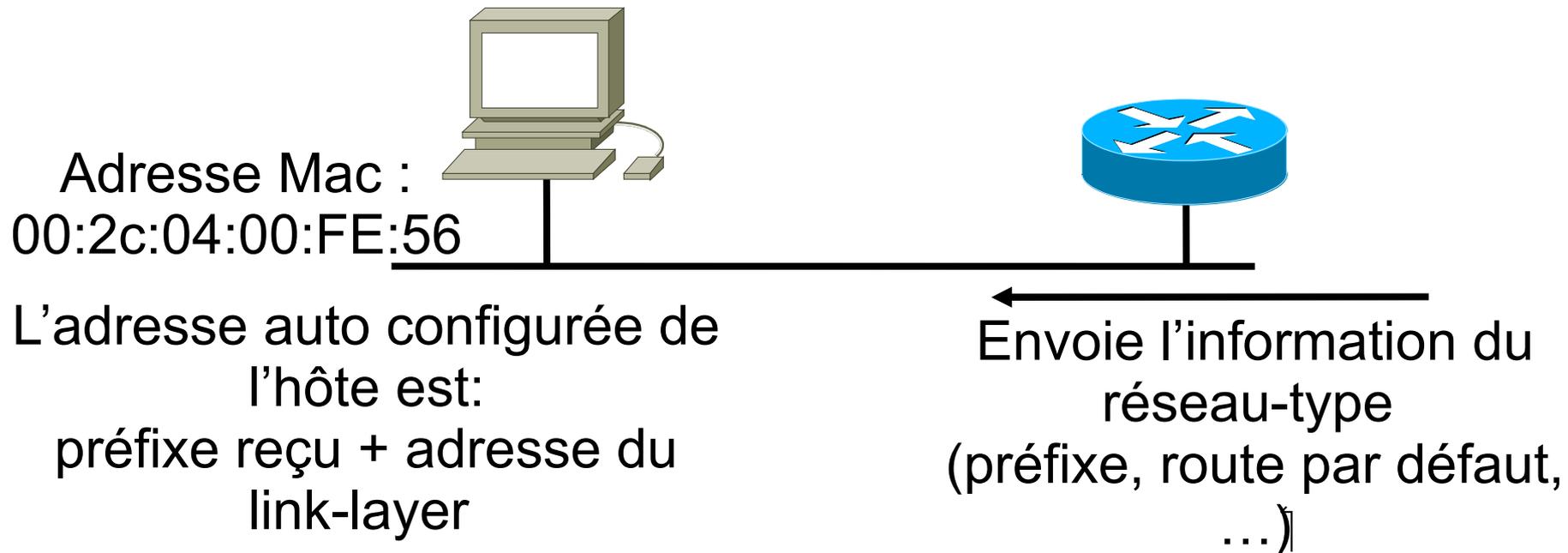
Ne sont pas employés, remplacés par le multicast

- **Multicast**

Permet une utilisation efficace du réseau

La plage d'adresses de Multicast est beaucoup plus étendue

Auto Configuration



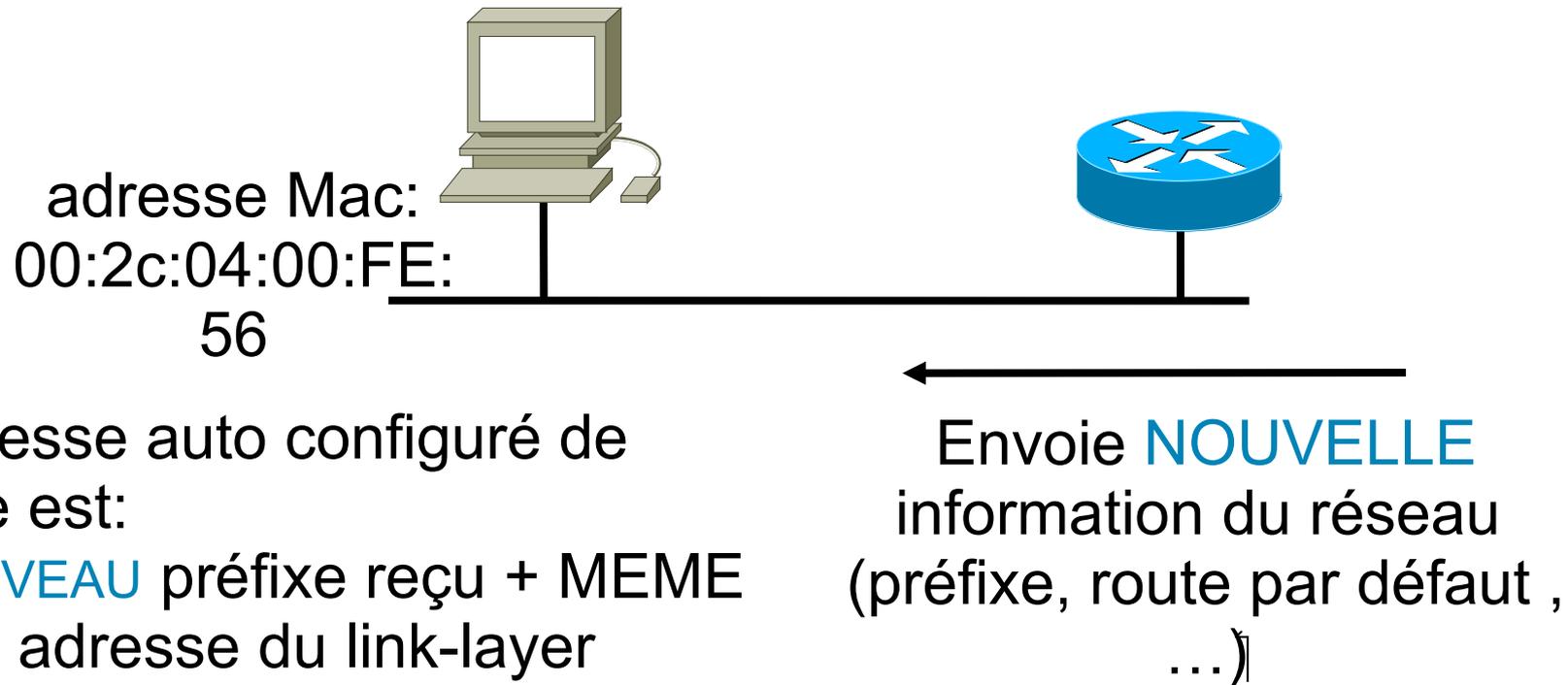
- **Un plus grand espace d'adressage offre:**

L'utilisation de l'adresse physique à l'intérieur de l'espace d'adressage

Configuration automatique "sans collisions"

Offre "plug and play"

Renumerotation



Un plus grand espace d'adressage offre:

Une renumérotation utilisant des adresses auto configurées et multiples

Attribution d'adresse

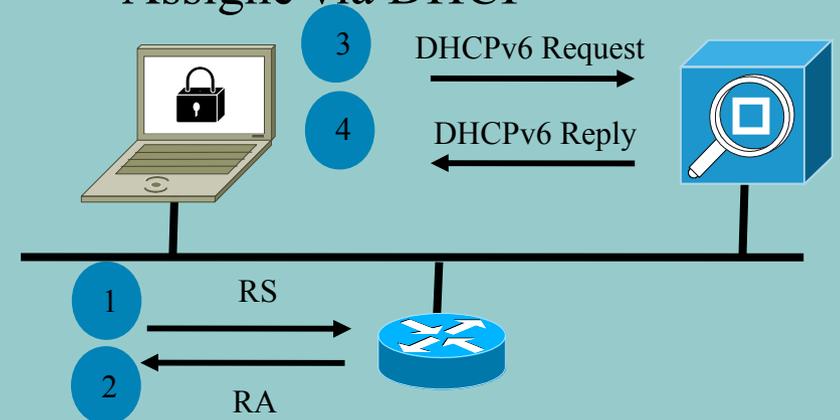
- Le champ 64-bit de bas niveau des adresses unicast peuvent être assigné de différentes façons

IPv4 & IPv6

Configuré manuellement

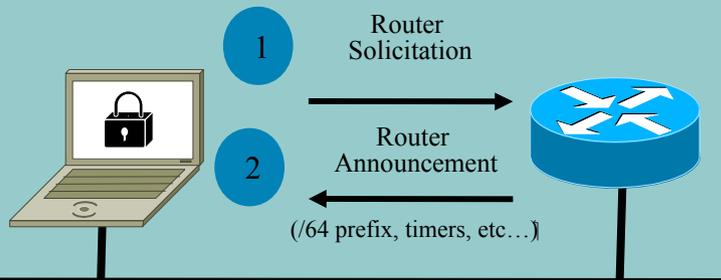


Assigné via DHCP



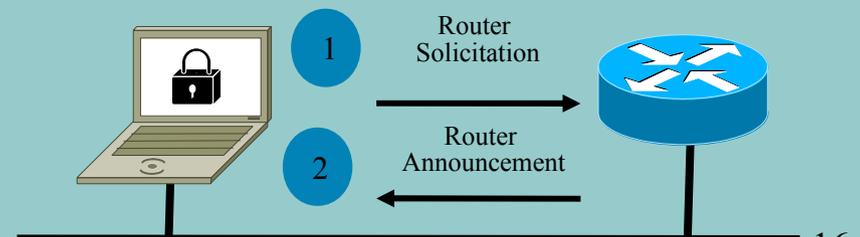
Seul IPv6

configuration Stateless



Adresse IPv6 = /64 préfixe + EUI64 (e.g. MAC address)

Auto-génération d'un nombre pseudo aléatoire (rfc4941)



Adresse IPv6 = /64 préfixe + Random 64 bits (rfc3041)

ICMPv6 (rfc4433)

- Couvertures de dispositifs ICMP (v4)
Contrôle d'error, Administration, ...

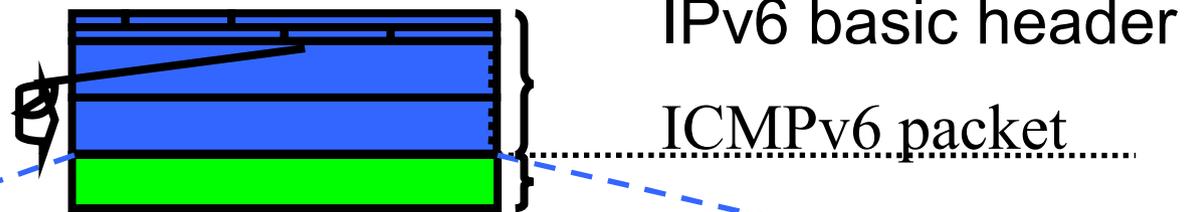
- messages de transports ND
NS, NA, RS, RA
- messages de transports MLD
Requêtes, Rapports, ...



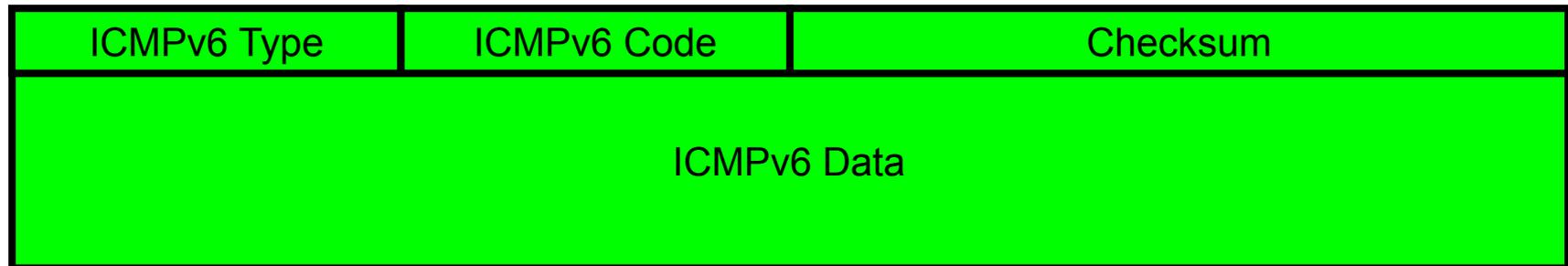
Nouvelles caractéristiques !

ICMPv6

Prochain Entête =
58 paquet ICMPv6



ICMPv6 packet



Exemple d'utilisation ICMP : Problèmes avec le MTU

- **Le MTU minimal pour IPv6 est de 1280 octets(contre 68 octets pour IPv4)**
 - => Sur les liens MTU < 1280, le montage et la fragmentation du lien spécifique doivent être utilisé
- **On s'attend à ce que des noeuds effectuent la découverte du MTU du chemin pour envoyer des paquets supérieurs à 1280**
- **Certaines implementations peuvent omettre la découverte de PMTU tant que tous les paquets ont gardés une taille ≤ 1280 octets**
- **L'option Hop-by-Hop soutient la transmission de "jumbograms" jusqu'à 2^{32} octets de payload**

Découverte du Path MTU

```
D:\>ping -l 1500 toshiba-redhat
```

```
Pinging toshiba-redhat [3ffe:c15:c003:1114:210:a4ff:fec7:5fcf]
```

```
Request timed out.
```

```
Reply from 3ffe:c15:c003:1114:210:a4ff:fec7:5fcf : time=3ms
```

```
Reply from 3ffe:c15:c003:1114:210:a4ff:fec7:5fcf : time=3ms
```

```
Reply from 3ffe:c15:c003:1114:210:a4ff:fec7:5fcf : time=3ms
```

```
netsh interface ipv6>show destinationcache
```

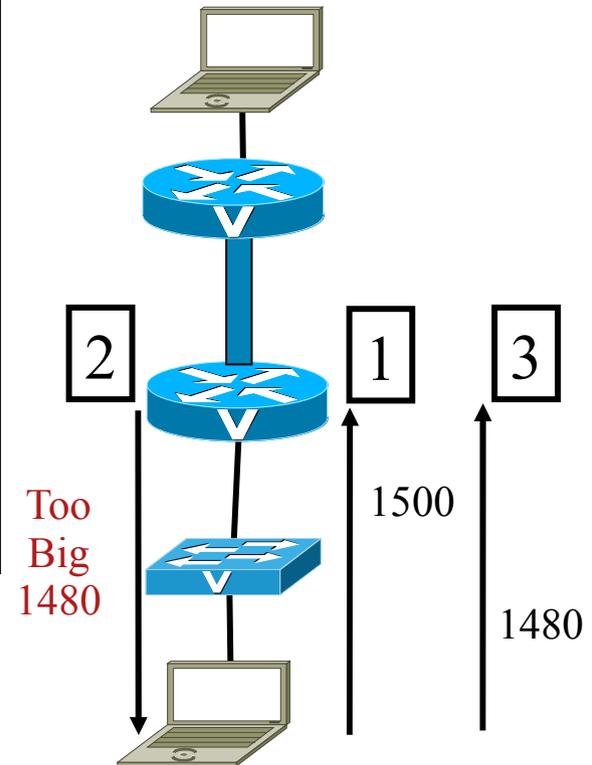
```
Interface 6: LAN
```

PMTU	Destination Address	Next Hop Address
1480	3ffe:c15:c003:1112::1	3ffe:c15:c003:1112::1

1

2

3



```
IPv6: Source address      = 3ffe:c15:c003:1112::1
IPv6: Destination address = 3ffe:c15:c003:1112:508a:7c62:98d3:19ea
IPv6:
ICMPv6: ----- ICMPv6 Header -----
ICMPv6:
ICMPv6: Type              = 2 (Packet Too Big)
ICMPv6: Code              = 0
ICMPv6: Checksum          = 0x092B
ICMPv6: MTU               = 1480
```

Neighbor Discovery (RFC 4861)

- Remplace ARP IPv4
- Ajoute en plus une fonctionnalité (ex. recherche de routeur, adressage Stateless, etc..)
- Nœud IPv6 qui partage le même médium physique(lien) utilisant la recherche du voisin (ND) pour:

Découvrir leur présence mutuelle

Déterminer les adresses de la couche liaison de leur voisin

rechercher des routeurs

Détection de la duplication des adresses

Détection de l'indisponibilité des voisins (NUD)

- 5 types de paquets ICMPv6

Sollicitation de routeur / Annonce de routeur

Sollicitation du voisin / Annonce du voisin

Redirection

Router Advertisements (RA)



Définition de paquets RA :
ICMP Type = 134

Src = Link-local du routeur
Dst = Multicast: tous les noeuds
Data= options, préfixe, lifetime,
autoconfig flag

- **Les routeurs envoient périodiquement des RA à l'adresse multicast "tous les noeuds"**

Sollicitation du voisin



```
Sollicitation du voisin  
ICMP type = 135  
  
Src = A  
  
Dst =multicast:sollicitation de noeud de B  
Data =adresse physique de A  
Query = quelle est ton adresse physique?
```



```
Announce du voisin  
ICMP type = 136  
Src = B  
  
Dst = A  
  
Data = Adresse physique de B
```



A et B peuvent maintenant échanger des
paquets sur le lien

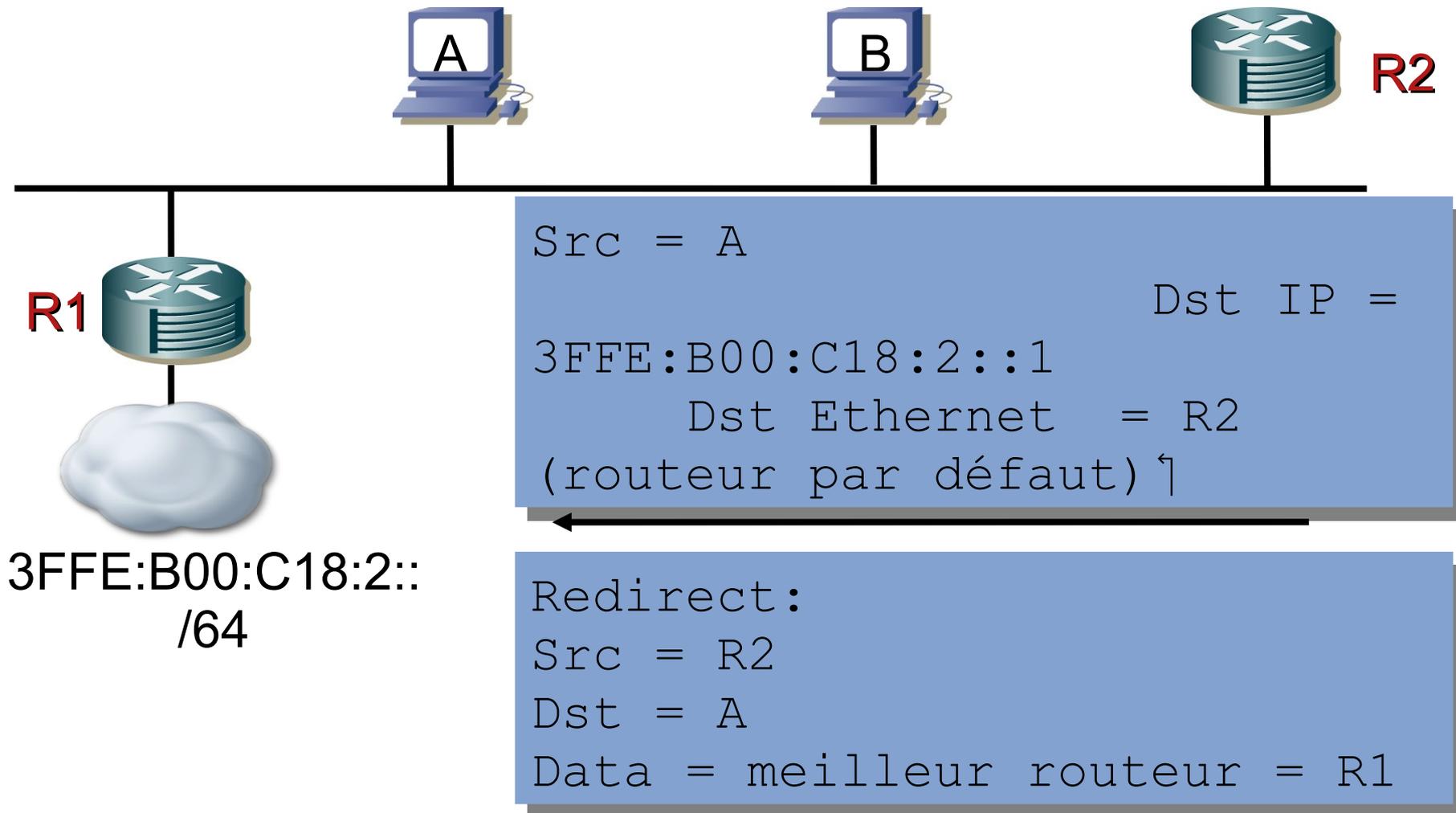
Sollicitation du Routeur



```
Définition de paquets RS:  
ICMP Type = 133  
Src = Unspecified Address  
Dst = Multicast: tous les  
routeurs
```

- **Au moment du démarrage, les noeuds envoient des sollicitations de routeur pour recevoir promptement des annonces de routeur**

Redirection



- **La Redirection est utilisée par un routeur pour signaler le reroutage d'un paquet à un meilleur routeur**

Détection de Duplication d'adresse

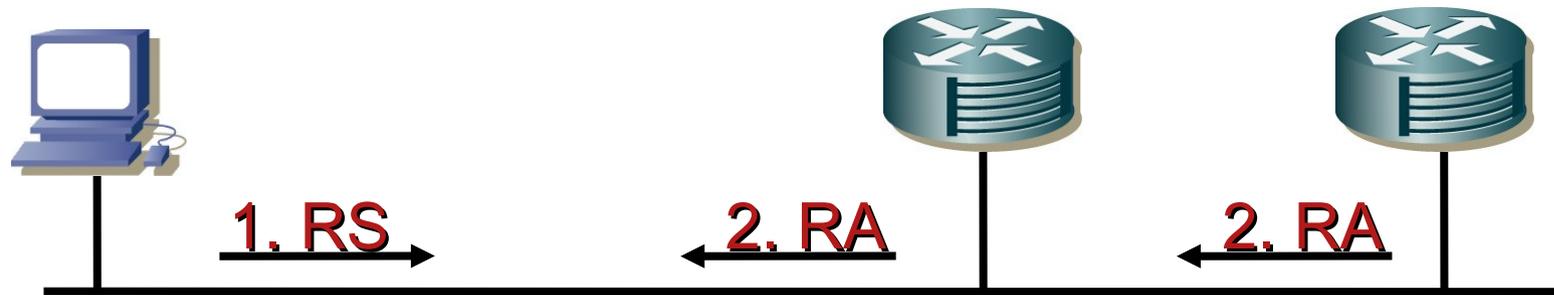


```
ICMP type = 135  
Src = 0 (:::)  
Dst =Multicast:sollicitation de noed de A  
Data = adresse physique de A  
Query = quelle est ton adresse physique?
```



- La Détection de duplication d'adresse (DAD) sollicite le voisin pour vérifier l'existence d'une adresse à configurer.

Autoconfiguration Stateless



1. RS:

ICMP Type = 133

Src = ::

Dst = Multicast: tous les routeurs

query= envoie RA STP

2. RA:

ICMP Type = 134

Src = Link-local du routeur

Dst = Multicast: tous les noeuds

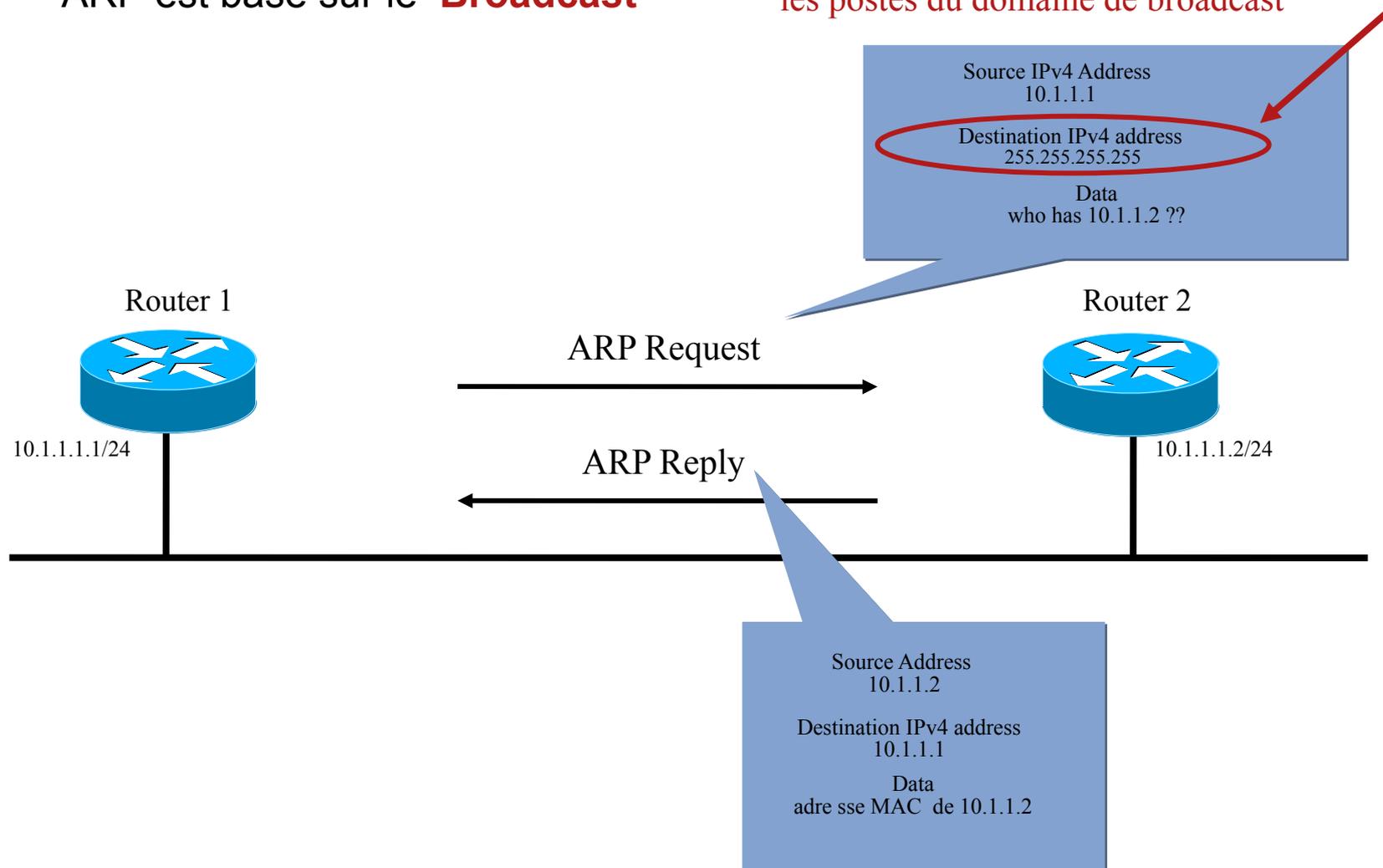
Data= options, prefix, lifetime, autoconfig flag

- Les sollicitations de routeur sont envoyées pendant l'initialisation des noeuds pour rechercher les RA sur les interfaces à configurer.

Résolution d'adresse niveau-2 en V4

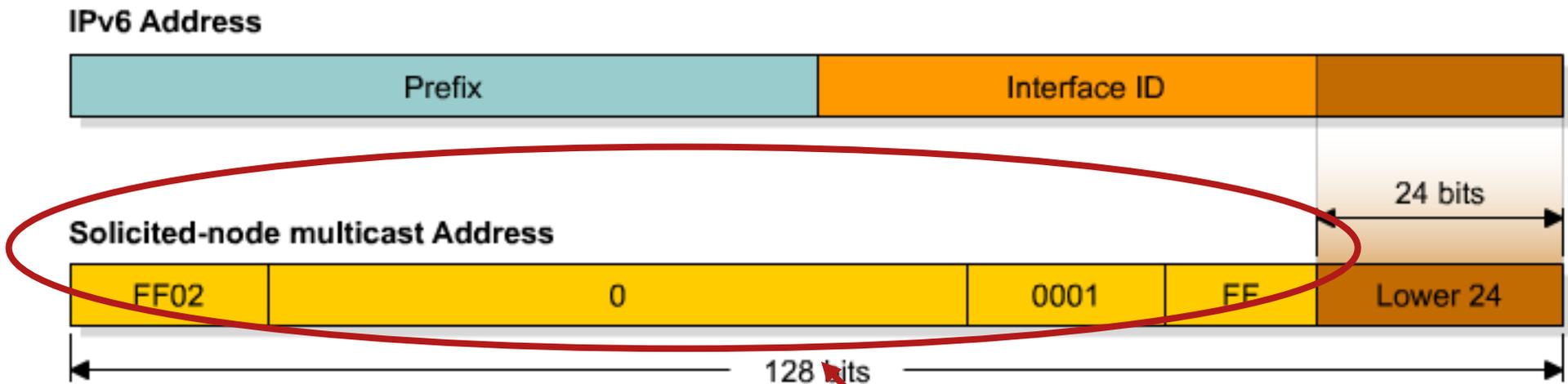
- IPv4 utilise ARP
- ARP est basé sur le **Broadcast**

Broadcast crée des interruptions sur tous les postes du domaine de broadcast



Résolution d'adresse niveau-2 en V6

- Basée sur le protocole IPv6 de découverte du voisin
- Utilise ICMPv6
- Broadcast est remplacé par des adresses multicast de sollicitation de noeud
- Chaque dispositif IPv6 pourra joindre tous les adresses multicast de sollicitation de nœud basées sur ses adresses IPv6 unicast assignées



104 bits fixes et au format bien connu

Résolution d'adresse niveau-2 en V6 (Cont)

Je vais joindre mon adresse multicast de sollicitation de noeud:

2001:db8:0000:0000:0000:0000:0000:0002/64

derniers 24 Bits

FF02::1:FF 00:0002

Router 1



2001:db8::1/64

Router 2



2001:db8::2/64

Je vais joindre mon adresse multicast de sollicitation de noeud:

2001:db8:0000:0000:0000:0000:0000:0001/64

104 bits bien connus

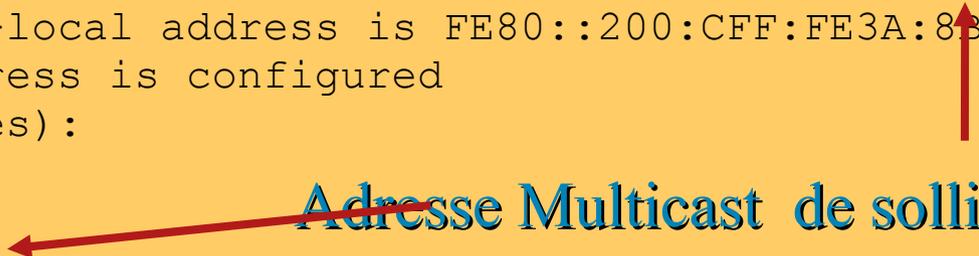
derniers 24 Bits

FF02::1:FF 00:0001

Interface du Routeur : Adresse multicast de sollicitation de noeud

```
R1#sh ipv6 int e0
Ethernet0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::200:CFF:FE3A:8B18
No global unicast address is configured
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF3A:8B18
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R1#
```

Adresse Multicast de sollicitation de noeud

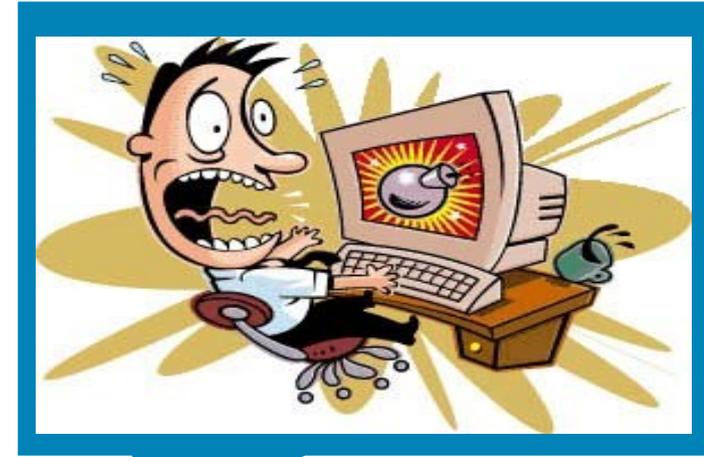


Résolution d'adresse niveau-2 en v6 (Cont)

Si j'envoie le paquet à son adresse de sollicitation de noeud, il le verra

Yippie!!!!

Je peux calculer l'adresse de sollicitation de noeud du routeur 2



Routeur 1

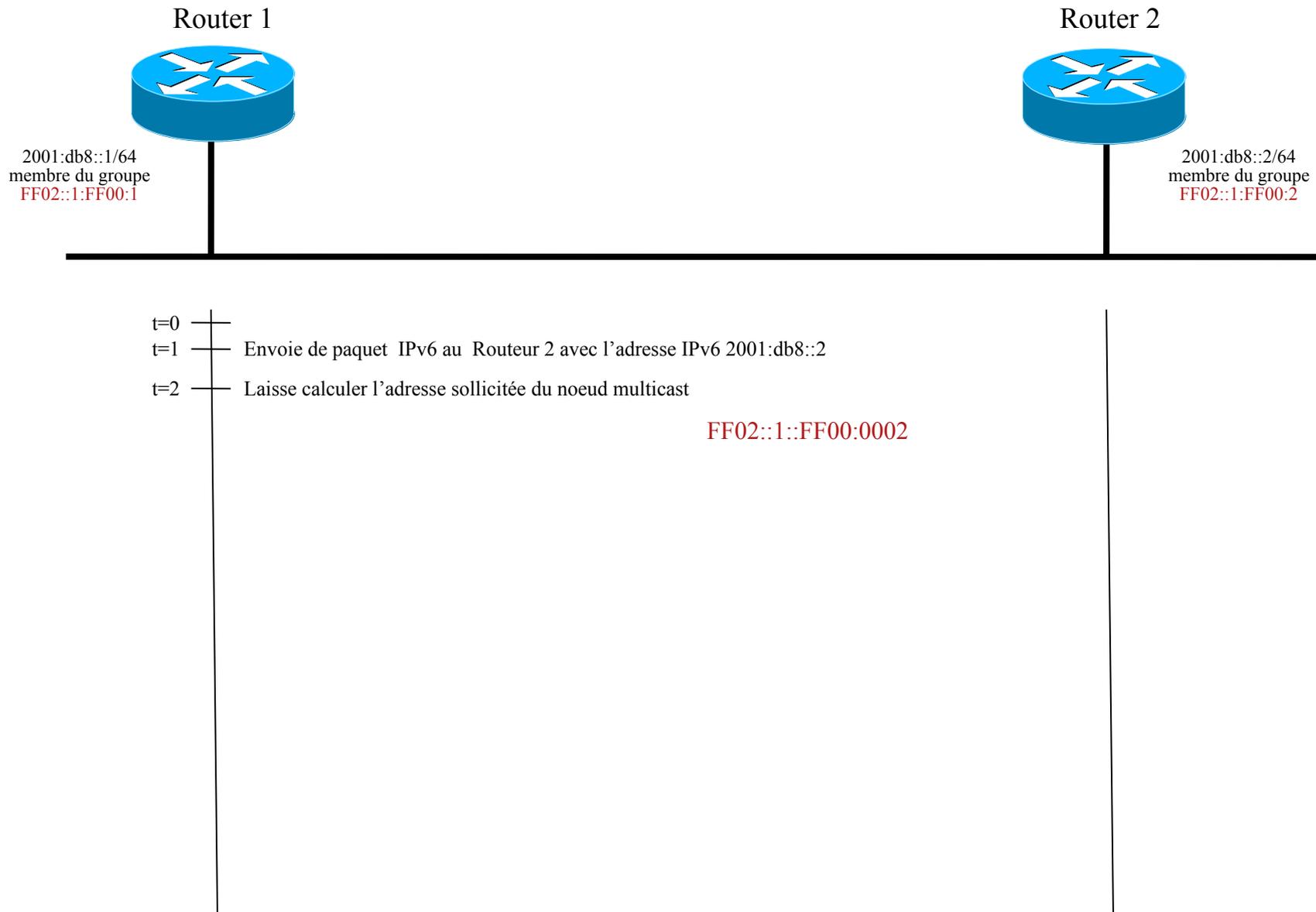
2001:db8::1/64
membre du groupe:
FF02::1:FF00:1

Routeur 2

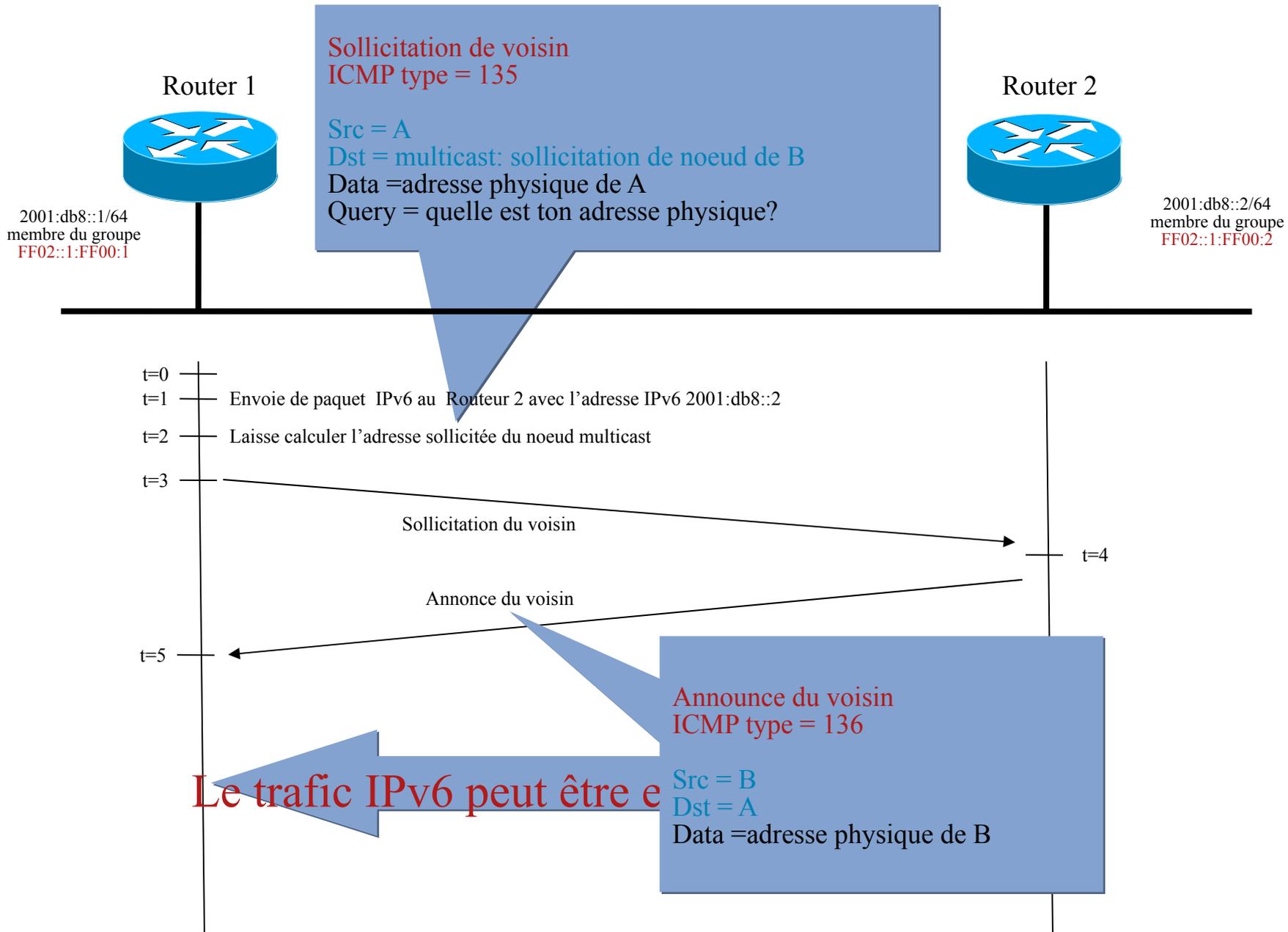
2001:db8::2/64
membre du groupe:
FF02::1:FF00:2

Adresse IPv6 distante:
2001:db8::2
Adresse multicast de sollicitation de Noeud
FF02::1::FF00:2

Résolution d'adresses niveau-2 en v6 (Cont)



Résolution d'adresse niveau-2 en v6(Cont.)



IPv6

Questions ?