

## Exonet Adressage IPv6

### Description

Propriétés	Description
<b>Intitulé long</b>	Déterminer des adresses Ipv6 à partir des règles d'adressage Ipv6
<b>Public concerné</b>	BTS Services informatiques aux organisations
<b>Matière</b>	SI2 - Support réseau des accès utilisateurs
<b>Compétences</b>	Analyser des unités de données de protocole
<b>Savoirs</b>	Technologies et techniques d'adressage et de nommage
<b>Objectifs</b>	Présentation et manipulation des concepts principaux de l'adressage Ipv6
<b>Mots-clés</b>	Unicast Multicast Adresse globale Adresse Lien Local Adresse Mac
<b>Auteur(es)</b>	Roger SANCHEZ (avec l'aide précieuse d'Eric Deschaintre et d'Apollonie Raffalli)
<b>Version</b>	v 1.1
<b>Date de publication</b>	Novembre 2008
<b>Dernière modification</b>	Janvier 2009

### Contexte de travail

L'entreprise Lapointe envisage une évolution vers le protocole Ipv6. En tant qu'administrateur réseau vous êtes chargé d'étudier ce protocole. Vous commencez par les concepts associés à l'adressage Ipv6 en mettant en œuvre manuellement les règles présentées en annexes.

Vous trouverez en [annexe 1](#) Les concepts généraux de l'adressage Ipv6

Vous trouverez en [annexe 2](#) Les règles pour l'auto configuration automatique d'une adresse d'interface

Vous trouverez en [annexe 3](#) Les règles pour l'auto configuration automatique d'une adresse Lien Local

Vous trouverez en [annexe 4](#) Les règles de construction d'une adresse Globale

Vous trouverez en [annexe 5](#) Les règles pour la détermination des adresses multicast

*Références : "Ipv6 Théorie et pratique" Gisèle Cizault édition O'Reilly que vous pouvez consulter à l'adresse suivante : <http://livre.g6.asso.fr/index.php>*

*Rfc 4921 <http://tools.ietf.org/html/rfc4291>*

*(RFC obsolètes 1884 2373 et 3513)*

## Travail à Réaliser

### Première partie : Utiliser les règles d'écriture

Simplifier les adresses suivantes :

- fe80:0000:0000:0000:0000: 4cff:fe4f:4f50
- 2001:0688:1f80:2000:0203:ffff:0018:ef1e
- 2001:0688:1f80:0000:0203:ffff:4c18:00e0
- 3cd0:0000:0000:0000:0000:0040:0000:0000:0cf0
- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Donner la forme "expansée" des adresses suivantes

- fec0:0:0:ffff::1
- fe80::1
- fe80::4cd2:ffa1::1

### Deuxième partie : Déterminer le type d'adresse

En fonction de leur préfixe déterminer le type des adresse suivantes :

- fe80:: 4c00:fe4f:4f50
- 2001:618:1f80:2010:203:ffff:b118:ef1e
- fec0:0:0:ffff::1
- ff02::1
- fe80::1
- fc01:1:1:1
- 2002::203:ffff:b118:ef1e

### Troisième partie : Utiliser des préfixes "adresse globale"

L'adresse suivante est-elle une adresse globale ?

- 3001:2:1:2::4cfE

En fonction de la longueur de leur préfixe donner le réseau d'appartenance de ces adresses

- 2001:88:1f80::203:ffff:4c18:ffe1/64
- 2001:bb76:7878:2::/56

Une entreprise reçoit d'un opérateur le préfixe suivant combien de sous réseaux peut-elle créer ?

- 2001:0688:1f80::/48

### Quatrième partie : Construire des adresses "lien local" et "lien global"

A partir des adresses Mac suivantes construire les adresses lien local auto configurées automatiquement

- 02-00-4c-4f-4f-50
- 00-03-ff-18-cf-1e

Quelles seraient les adresses "lien global" correspondantes si le préfixe global distribué par le fournisseur d'accès est 2a01:5d8:ccf1:4/64 ?

### Cinquième partie : Utiliser les adresses multicast

Quelle est la portée des adresses ipv6 multicast suivantes ?:

- ff02::1
- ff02::1:ff1a:ef1e

Quelle est la valeur du Bit "T" de l'adresse ipv6 multicast suivante ?

- ff02::2

Donner les adresses Mac multicast correspondant aux adresses ipv6 multicast précédentes.

## Annexes

### Annexe 1 : Concepts généraux de l'adressage Ipv6

#### Les types d'adresses Ipv6 :

- unicast
- multicast
- anycast

Une adresse unicast désigne une interface unique.

Une adresse multicast désigne un groupe d'interfaces appartenant généralement à des nœuds différents et pouvant être situés partout sur Internet. Un paquet dont l'adresse de destination est multicast est acheminé à toutes les interfaces membres du groupe.

Une adresse anycast désigne aussi un groupe d'interfaces, mais un paquet dont l'adresse de destination est une adresse anycast est acheminé à un élément du groupe et non à tous, généralement l'élément le plus proche. Cet adressage est expérimental.

On remarque que la notion d'adresse de broadcast a disparu ; c'est l'adressage multicast qui va jouer ce rôle en Ipv6.

#### Adressage unicast

- lien local
- global
- site local

Les adresses "lien local" ne passent pas les routeurs : la portée de l'adresse est donc le réseau local (même lien ethernet par exemple)

Les adresses "globales" sont routables sur Internet : la portée de l'adresse est donc internet.

Les adresses "site local" ne sont pas routables sur Internet (ces adresses n'ont pas été retenues dans la version définitive d'Ipv6 mais ont été remplacées par des adresses "unicast local unique" voir RFC 4193 <http://www.ietf.org/rfc/rfc4193.txt>) : la portée de l'adresse est donc l'organisation locale.

#### Règles d'écriture d'une adresse Ipv6

- Adresses 128 bits réduites à 32 caractères grâce à la notation hexadécimale.
- Ces caractères sont regroupés par 4 (2 octets) séparés par deux points.
- Les zéros leaders de chaque bloc peuvent être omis.
- Une ou plusieurs séquences de 16 bits à zéro peuvent être remplacées dans l'adresse mais seulement une fois dans l'adresse.

Exemples :

*fe80:0000:0000:0000:0010:4cff:fe50:0020 (forme expansée)*

*fe80::10:4cff:fe50:20 (forme contractée ou abrégée)*

#### Structure d'une adresse Ipv6 (RFC 3513 et 3587)

- Les 64 derniers bits sont l'identifiant de la machine (ou de l'interface).
- Les 64 premiers bits forment le préfixe.

Une machine, la plupart du temps, a plusieurs préfixes (deux dans la cas d'une machine reliée à un routeur : un préfixe "lien local" et un préfixe "global").

Le préfixe identifie le type d'adresse (local, global, multicast, etc.).

Dans le cas d'une adresse globale le préfixe détermine le réseau d'appartenance de la machine.

Une machine multidomiciliée a plusieurs préfixes "globaux".

La représentation des préfixes respecte la notation CIDR : adresse IPV6/longueur du préfixe en bits.

### Préfixes généraux d'une adresse Ipv6 :

- Link-local unicast Addresses : 1111 1110 10 notée en IPv6 **fe80::/10**
- Site-Local Unicast Addresses : 1111 1110 11 notée en IPv6 **fec0::/10, préfixe maintenant réservé car rendu obsolète par la RFC 3879**
- **Unique Local IPv6 Unicast Adresses : 1111 1110 notée en IPv6 fc00::/7**
- Multicast addresses : 1111 1111 notée en IPv6 **ff00::/8**.
- Global unicast : tout le reste ( remarque le préfixe 001 notée en IPv6 **2000::/3 est obsolète depuis la RFC 3513 mais reste d'actualité dans les attributions de l'IANA** )

L'adresse **fe80::10:4cff:fe50:20** de l'exemple précédent est donc une adresse "Lien Local".

Remarque : dans la représentation du préfixe on utilise les formes abrégées mais attention à toujours prendre en compte la longueur, ainsi l'adresse "multicast" générale est dite ff00::/8 donc en fait uniquement ff mais la notation impose un regroupement par 16 => ff00)

### Adresses spéciales

Il existe entre autres l'adresse de bouclage (loopback) et l'adresse indéterminée.

- loopback ::1 (équivalent à 127.0.0.1 en Ipv4. Cette adresse n'est jamais transmis sur le réseau)
- any :: (équivalent à 0.0.0.0 en Ipv4 et ne peut être affectée à une destination. Adresse utilisée par les protocoles d'initialisation)

## Annexe 2 : Règles pour l'auto configuration automatique d'une adresse d'interface

Les 64 derniers bits d'une adresse Ipv6 correspondants à l'identifiant de l'interface peuvent être déduits de l'adresse Mac (en auto configuration).

La construction est dérivée du format EUI-64 de l'IEEE pour les réseaux IEEE 1394. Il s'agit du nouveau standard d'adressage des interfaces sur 64 bits. Mais la norme actuelle est IEEE 802 sur 48 bits.

L'IEEE a défini les règles suivantes pour passer d'une adresse MAC 48 bits à une adresse EUI-64 :

- les 24 premiers bits de l'EUI-64 identifient le constructeur
- les 40 bits suivants le numéro de série.
- le 7ième bit (u come universel) du premier octet vaut 0 si l'identifiant EUI-64 est universel et 1 si l'identifiant est affecté manuellement.
- le 8ième bit (g come groupe) du premier octet vaut 0 si l'adresse est individuelle et 1 s'il s'agit d'une adresse de groupe (multicast).

L'identifiant IPV6 de l'interface est dérivé de cette règle à un détail près la signification du bit u est inversée. Il vaut 1 si universel et 0 si manuel.

La construction de l'identifiant IPV6 à partir d'une adresse MAC (Ethernet ou FDDI) se fait ainsi :

- 24 premiers bits identifient le constructeur avec inversion du 7ième bit.
- 16 bits ont la valeur FFFE.
- 24 bits suivant identifient le numéro de série.

L'identifiant de l'interface est concaténé aux préfixes "lien local" et aux préfixes "globaux" pour former les adresses Ipv6. Il peut aussi être utilisé pour former des adresses "multicast" à portée "nœud local".

## Annexe 3 : Règles pour l'auto configuration automatique d'une adresse "Lien Local"

Les adresses Lien local peuvent être **configurées automatiquement** à l'initialisation de l'interface.

Les adresses "lien local" sont des adresses dont la validité est restreinte à un lien c'est à dire sans routeur intermédiaire contrairement aux adresses globales.

Elles permettent la communication entre nœuds voisins :

- même réseau de couche 2 (exemple : Vlan Ethernet)
- connexion point à point (ex PPP)
- extrémités de tunnel (ex IPSEC)

Ses caractéristiques sont:

- unicité (=> protocole de détection de duplication d'adresses : algorithme DAD avec ICMPv6)
- non routable : un routeur ne retransmet jamais un paquet ayant une adresse source ou destination de type lien local

Pour construire automatiquement l'adresse "lien local" on concatène le préfixe **fe80::/64** aux 64 bits de l'identifiant de l'interface.

## Annexe 4 : Règles pour l'auto configuration automatique d'une adresse "Globale"

Un hôte configure son ou ses adresse(s) globale(s) à partir de l'annonce des préfixes faites par un routeur (protocole Icmpv6 ). Il concatène ces préfixes à l'identifiant de l'interface pour former les adresses "globales" Ipv6.

La RFC 4291 précise juste le format suivant pour les adresses globales, offrant a priori la plus grande liberté pour la construction des adresses. Une adresse est par cette RFC considérée comme globale si elle ne commence par un des préfixes réservés. Il n'ya donc plus de préfixe réservé exclusivement aux adresses globales.

m bits	n bits	128 -m -n bits
Topologie Publique	Subnet ID	Interface ID

La RFC 3587 précise cependant ce format ainsi pour tous les préfixes autre que les préfixes commençant par la valeur binaire 000.

n bits	64 - n bits	64 bits
Topologie Publique	Subnet ID	Interface ID

L'IANA respecte aujourd'hui les recommandations de la RFC 3177 et 3587 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc3587.txt>) qui précise ceci

Pour les adresses globales, il y a trois niveaux de hiérarchie dans le préfixe :

- une topologie publique sur 48 bits (dont 3 bits sont fixes) allouées par le fournisseur d'accès (TLA Top Level Agregator)
- une topologie de site sur 16 bits pour coder les sous réseaux du site (SLA Site Level Agregator)
- l'identifiant de l'interface sur 64 bits (construit généralement comme décrit précédemment)

3 bits	45 bits	16 bits	64 bits
001	Topologie Publique(Global routing prefix)	Subnet ID	Interface ID

(Remarque ; topologie publique sur 48 bits dont 3 bits fixes)

Exemples :

Préfixe TLA alloué à RIPE-NCC : 2001:600::/16

Préfixe Sub-TLA alloué à Renater : 2001:660::/35

Renater attribue à son tour des préfixes de 48 bits.

Les expérimentations d'Ipv6 ont nécessité l'utilisation d'adresses avant que ne soit fixée définitivement l'attribution des préfixes . La valeur 0x1ffe a été attribué par l'IANA au 6bone. Ainsi le préfixe du 6bone est 3ffe::/16 (préfixe 001 + préfixe 1ffe)

Un préfixe pour la transition Ipv4 et Ipv6 ("6to4") a été attribué : 2002::/16

## Annexe 5 : Adressage "multicast"

Le format d'une adresse multicast Ipv6 est le suivant :

8 bits	4 bits (champ drapeaux)	4 bits	112 bits
0xFF	xRPT	portée	-----group-ID-----

bit T : Transient (RFC 3513)

bit P et R : (RFC 3306) non détaillé ici

Le bit de poids fort n'est pas encore attribué

Le bit T à zéro correspond à une adresse permanente : services réseaux (NTP, DHCPv6, SAP, etc.) et services commerciaux (diffusion télé, radio, etc.). (RFC 2375 et 3307).

Le bit T à 1 correspond à une adresse temporaire

Le champ portée (scope) permet de limiter la portée de l'adresse donc de la diffusion sur le réseau :

Valeur	Portée
0	réservé
1	node_local
2	link_local
3	subnet_local
4	admin_local
5	site_local
8	organisation_local
E	global
F	réservé

**Il existe des adresses multicast spéciales comme par exemple ff02::1 : tous les noeuds sur le lien.**

### Correspondance multicast Mac et multicast Ipv6 :

La RFC 3307 précise cette correspondance. Les 32 derniers bits de l'adresse multicast Ipv6 sont ajoutés au préfixe mac 33-33. La probabilité de doublons MAC existe mais est faible et sans conséquences.

Exemple : l'adresse FF0E:30:2001:660:3001:6:AC8A:1B24 correspond à l'adresse MAC 33-33-AC-8A-1B-24

Rappel : le 8eme bit d'une adresse MAC est à 1 s'il s'agit d'une adresse multicast. On en déduit qu'un premier octet impair dans une adresse MAC correspond à une adresse multicast.

## Proposition de correction

### Première partie : Utiliser les règles d'écriture

Simplifier les adresses suivantes :

- fe80:0000:0000:0000:0000: 4cff:fe4f:4f50
- 2001:0688:1f80:2000:0203:ffff:0018:ef1e
- 2001:0688:1f80:0000:0203:ffff:4c18:00e0
- 3cd0:0000:0000:0000:0000:0040:0000:0000:0cf0
- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
- 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Correction :

- fe80::4cff:fe4f:4f50
- 2001:688:1f80:2000:203:ffff:18:ef1e
- 2001:688:1f80::203:ffff:4c18:e0
- 3cd0::40:0000:0000:cf0 ou 3cd0:0000:0000:0000:0000:40::cf0
- :: (il s'agit de l'adresse indéterminée)
- ::1 (il s'agit de l'adresse de bouclage)

Donner la forme "expansée" des adresses suivantes

- fec0:0:0:ffff::1
- fe80::1
- fe80::4cd2:ffa1::1

Correction :

- fec0:0000:0000:ffff:0000:0000:0000:0001
- fe80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
- Impossible car cette adresse est incorrecte (mal formée) on a contracté deux fois une suite de zéros ce qui rend impossible la détermination du nombre de zéros manquants.

### Deuxième partie : Déterminer le type d'adresse

En fonction de leur préfixe déterminer le type des adresses suivantes :

- fe80:: 4c00:fe4f:4f50
- 2001:618:1f80:2010:203:ffff:b118:ef1e
- fec0:0:0:ffff::1
- ff02::1
- fe80::1
- fc01:1:1:1
- 2002::203:ffff:b118:ef1e

**Correction:**

- adresse unicast "lien local"
- adresse unicast "globale"
- adresse unicast "site local"
- adresse multicast
- adresse unicast "lien local"
- adresse unicast "local unique" (remplace actuellement adresse unicast site local)
- adresse unicast "globale"

### Troisième partie : Utilisation des préfixes "adresse globale"

L'adresse suivante est-elle une adresse globale ?

- 3001:2:1:2::4cfE

En fonction de la longueur de leur préfixe donner le réseau d'appartenance de ces adresses

- 2001:88:1f80::203:ffff:4c18:ffe1/64
- 2001:bb76:7878:2::1/56

Une entreprise reçoit d'un opérateur le préfixe suivant combien de sous réseaux peut-elle créer ?

- 2001:688:1f80::/48

**Correction :**

- oui car elle ne commence pas par un préfixe réservé. Elle commence par les trois bits 001 ce qui correspond dans le plan d'adressage agrégé au préfixe 2000::/3 correspondant aux adresses globales distribuées par l'IANA jusqu'à présent..

- 2001:88:1f80::/64 en notation Ipv6
- Il y a un piège ici car la notation impose un regroupement par 4 des caractères Hexa (soit 16 bits) or ici le préfixe de 56 bits n'est pas un multiple de 16 il faudra donc traduire en binaire le 4<sup>ème</sup> regroupement soit "0002" qui en binaire devient "0000 0000 0000 0010" . Donc le réseau est 2001:bb76:7878::/56 en notation Ipv6.
- Le nombre de sous réseaux que peut créer une entreprise dépend de la longueur du SLA. Le SLA est codé sur 16 bits ce qui nous donne  $2^{16}$  soit 65536 sous-réseaux possibles.

## Quatrième partie : Construction d'une adresse "lien local" et "lien global"

A partir des adresses Mac suivantes construire les adresses lien local auto configurées automatiquement

- 02-00-4c-4f-4f-50
- 00-03-ff-18-cf-1e

Quelles seraient les adresses "lien global" correspondantes si le préfixe global distribué par le fournisseur d'accès est 2a01:5d8:ccf1:4/64 ?

### Correction :

- Il y a un piège, l'adresse Mac n'est pas une adresse universelle Le 7eme bit est à 1. L'adresse "lien local" Ipv6 correspondante sera donc fe80::4cff:fe4f:4f50.
- Pas de piège ici il s'agit d'une adresse Mac universelle ce qui donne l'adresse "lien local" Ipv6 fe80::203:ffff:fe18:cf1e.

Rappel : une adresse Mac universelle est une adresse constructeur unique, il s'agit de l'adresse "physique" et non d'une adresse attribuée par un logiciel (dans l'exemple précédent l'adresse est une adresse d'une carte virtuelle vmware).

Remarque : de fait, il faut toujours inverser le 7eme bit de l'adresse MAC dans l'adresse Ipv6.

Les adresses lien global correspondantes :

- 2a01:5d8:ccf1:4:0:4cff:fe4f:4f50
- 2a01:5d8:ccf1:4: 203:ffff:fe18:cf1e

Remarques : l'identifiant d'interface est le même pour les deux types d'adresse ; 2a01:5d8::/32 est le préfixe fourni à l'opérateur free.

## Cinquième partie : Utiliser les adresses multicast

Quelle est la portée des adresses Ipv6 multicast suivantes ?:

- ff02::1
- ff02::1:ff1a:ef1e

Quelle est la valeur du Bit "T" de l'adresse Ipv6 multicast suivante ?

- ff02::2

Donner les adresses Mac multicast correspondant aux adresses Ipv6 multicast précédentes.

### Correction:

- c'est une portée "lien local" en effet la valeur des 4 bits de portée est "0010". Remarque : il s'agit ici de l'adresse multicast utilisée par un poste sollicitant un routeur dans le protocole Icmpv6 ;
- c'est une portée "lien local" en effet la valeur des 4 bits de portée est "0010". Remarque : il s'agit ici de l'adresse multicast utilisée par un poste sollicitant un voisin dans le protocole Icmpv6 ;
- Le bit T est à 0 il s'agit d'adresses permanentes. Remarque : il s'agit ici de l'adresse multicast utilisée par un routeur faisant des annonces (préfixes, mtu, etc.) dans le protocole Icmpv6 ;
- Les adresses multicast sont :
  - 33:33:00:00:00:01
  - 33:33:ff:1a:ef:1e (on ne récupère que les 32 derniers bits donc on perd une partie de l'adresse Interface)
  - 33:33:00:00:00:02