

# Télécommunications et Réseaux

## Chapitre 8 : adressage IP

Cours de M. Petein Thomas

Email : thomas.petein@heh.be

## Adressage IP

### Introduction

L'adressage est l'une des fonctions principales des protocoles de couche réseau.

Il permet de mettre en œuvre la transmission de données entre des hôtes situés sur un même réseau ou sur des réseaux différents.

La version 4 (IPv4) et la version 6 (IPv6) du protocole IP fournissent un adressage hiérarchique pour les paquets qui transportent les données.

On va voir en détail la structure des adresses IP et leur application dans la création et le test de réseaux et de sous-réseaux IP.

## Adressage IP

### Adressage IPv4

Une adresse **IP** (« *Internet Protocol* ») est le numéro qui identifie chaque ordinateur connecté à Internet, ou plus généralement et précisément, l'interface avec le réseau de tout matériel informatique (ordinateur, routeur, imprimante,...) connecté à un réseau informatique utilisant l'« *Internet Protocol* ».

Dans le cas de l'IPv4, cette adresse IP a un format de 4 octets (32 bits), que l'on peut représenter sous deux formes différentes :

- En binaire : **xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx**  
(xxxx xxxx allant de **0000 0000** à **1111 1111**)
- En décimal : **xxx.xxx.xxx.xxx**  
(xxx allant de **0** à **255**)

## Adressage IP

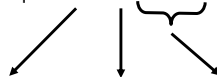
Au sein d'une adresse IP, on peut distinguer deux parties principales :

- Une **ID de réseau** (« *netID* ») qui est l'adresse réseau logique du sous réseau auquel l'ordinateur se rattache.
- Une **ID d'hôte** (« *hostID* ») qui est l'adresse logique du périphérique logique identifiant chaque ordinateur sur un sous réseau.

Adresse IP : 

<b>ID réseau</b>	<b>ID machine</b>
------------------	-------------------

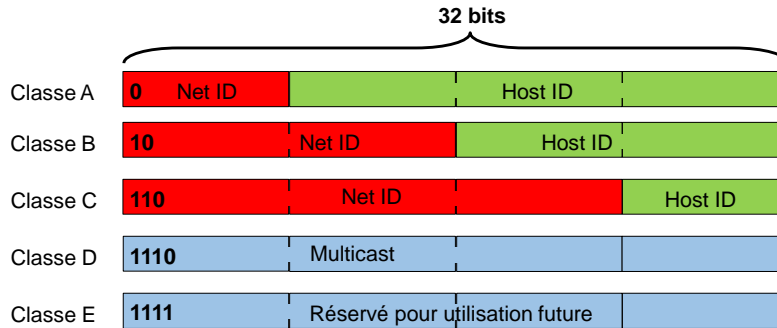
Exemple : Numérotation téléphonique : 0032 65 33 81 54



Indicatif international    
 Indicatif régional    
 Numéro de l'abonné

## Adressage IP

Historiquement, le réseau **Internet** était découpé en classes d'adresses :



## Adressage IP

### Classe A :



→ 8 bits sont utilisés pour la partie réseau (dont le premier bit est fixé à « 0 »)

→ 24 bits sont utilisés pour la partie hôte

Il existe 126 ( $2^7$ ) réseaux possibles de classe A :

- Première adresse : 1.0.0.1
- Dernière adresse : 126.255.255.254

Masque de sous réseau par défaut : **255.0.0.0**

Les adresses réseau « 0 » et « 127 » sont réservées.

Les identificateurs hôtes particuliers :

- Adresse 0.0.0 ne constitue pas un Host ID valide
- 255.255.255 est utilisé pour l'adresse de broadcast (diffusion)

Le nombre d'adresses d'un réseau de classe A :

$$2^{24} - 2 \begin{array}{|l} \text{.0.0.1} \\ \text{.255.255.254} \end{array} = 16\,777\,214 \text{ adresses disponibles}$$

## Adressage IP

### Classe B :



→ 16 bits sont utilisés pour la partie réseau (dont les deux premiers bits est fixé à « 10 »)

→ 16 bits sont utilisés pour la partie hôte

Il existe 16 384 ( $2^{14}$ ) réseaux possibles de classe B :

- Première adresse : 128.0.0.1
- Dernière adresse : 191.255.255.254

Masque de sous réseau par défaut : **255.255.0.0**

Les identificateurs hôtes particuliers :

- Adresse 0.0 ne constitue pas un Host ID valide
- 255.255 est utilisé pour l'adresse de broadcast (diffusion)

Le nombre d'adresses d'un réseau de classe B :

$$2^{16} - 2 \begin{array}{|l} .0.1 \\ .255.254 \end{array} = 65\,534 \text{ adresses disponibles}$$

## Adressage IP

### Classe C :



→ 24 bits sont utilisés pour la partie réseau (dont les deux trois bits est fixé à « 110 »)

→ 8 bits sont utilisés pour la partie hôte

Il existe 2 097 152 ( $2^{21}$ ) réseaux possibles de classe C :

- Première adresse : 192.0.0.1
- Dernière adresse : 223.255.255.254

Masque de sous réseau par défaut : **255.255.255.0**

Les identificateurs hôtes particuliers :

- Adresse 0 ne constitue pas un Host ID valide
- 255 est utilisé pour l'adresse de broadcast (diffusion)

Le nombre d'adresses d'un réseau de classe C :

$$2^8 - 2 \begin{array}{|l} .1 \\ .254 \end{array} = 254 \text{ adresses disponibles}$$

## Adressage IP

### Classe D :

Ces adresses sont utilisées pour identifier des groupes de machines et permettre des communications multicast (multidiffusion).

Rappel :

Un paquet **multicast** est un paquet destiné à **plusieurs** machines différentes.

Un paquet **broadcast** est destiné à **toutes** les machines d'un réseau.

Première adresse utilisable : 224.0.0.1

Dernière adresse utilisable : 239.255.255.254

**Une adresse de classe D est TOUJOURS une adresse de DESTINATION !!!**

Exemple d'application => vidéoconférence

### Classe E :

Ces adresses sont réservées à la recherche ou à des usages futurs.

Première adresse : 240.0.0.1

Dernière adresse : 255.255.255.254

## Adressage IP

### Les types d'adresses IP

Bien que la majorité des adresses d'hôte IPv4 soient des **adresses publiques** utilisées dans les réseaux accessibles sur Internet, d'autres blocs d'adresses sont attribués à des réseaux qui ne nécessitent pas d'accès à Internet, ou uniquement un accès limité.

Ces adresses sont appelées des **adresses privées**.

Au niveau des adresses privées, il existe trois plages d'adresses :

10.0.0.0 à 10.255.255.255 (10.0.0.0 /8)

172.16.0.0 à 172.31.255.255 (172.16.0.0 /12)

192.168.0.0 à 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)

Les blocs d'adresses d'espace privé sont utilisés dans les réseaux privés.

Plusieurs hôtes de réseaux différents peuvent utiliser les mêmes adresses d'espace privé.

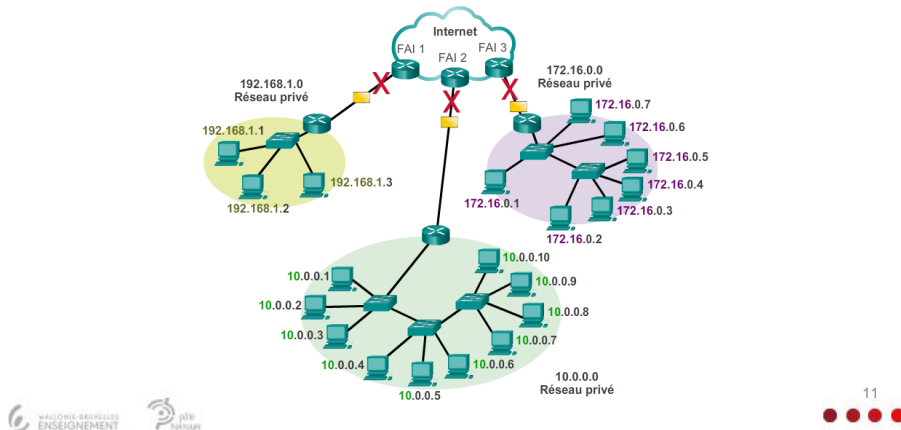
Les paquets qui utilisent ces adresses comme source ou destination ne doivent pas être visibles sur Internet.

Le routeur ou le périphérique pare-feu, en périphérie de ces réseaux privés, doivent bloquer ou traduire ces adresses. Même si ces paquets parvenaient sur Internet, les routeurs ne disposeraient pas de routes pour les acheminer vers le réseau privé en question.

## Adressage IP

La grande majorité des adresses de la plage d'hôtes multidiffusion IPv4 sont des adresses publiques. Ces adresses sont normalement attribuées à des hôtes publiquement accessibles depuis Internet.

Même dans ces blocs d'adresses IPv4, de nombreuses adresses sont réservées à des usages particuliers.



## Adressage IP

En plus de cette distinction entre adresses privées et publiques, il existe toute une série d'adresses ne pouvant pas être attribuées à des hôtes.

D'autres adresses spéciales le peuvent, mais avec des restrictions concernant la façon dont les hôtes interagissent avec le réseau.

Parmi celles-ci on trouve :

- **Les adresses réseau et de diffusion** : la première et la dernière adresses ne peuvent pas être attribuées à des hôtes.
- **L'adresse de bouclage** : Pour l'IPv4 il s'agit de l'adresse 127.0.0.1. Cette adresse est une adresse spéciale que les hôtes utilisent pour diriger le trafic vers eux-mêmes. L'adresse de bouclage crée un moyen rapide, pour les applications et les services TCP/IP actifs sur le même périphérique, de communiquer entre eux. Bien que seule l'adresse 127.0.0.1 soit utilisée, les adresses de la plage 127.0.0.0-127.255.255.255 sont réservées. Toutes les adresses de ce bloc sont envoyées en boucle sur l'hôte local. Aucune des adresses de cette plage ne devrait jamais apparaître sur un réseau quel qu'il soit.

## Adressage IP

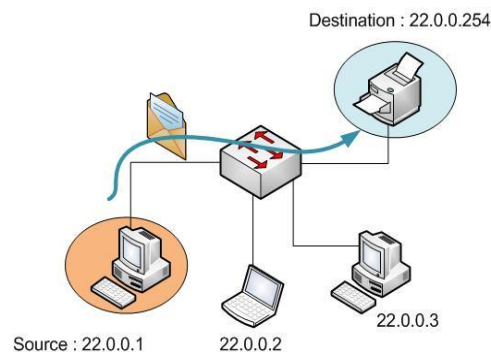
- **Les adresses link-local** : Les adresses IPv4 du bloc d'adresses 169.254.0.0/16 sont conçues comme des adresses link-local. Elles peuvent être automatiquement attribuées à l'hôte local par le système d'exploitation, dans les environnements où aucune configuration IP n'est disponible. Elles peuvent être utilisées dans un réseau peer-to-peer restreint ou pour un hôte qui ne parviendrait pas à obtenir automatiquement une adresse auprès d'un serveur DHCP. Les adresses link-local ne fournissent pas de services en dehors du réseau local. Microsoft nomme cet espace d'adresses **APIPA** (« Automatic Private IP Addressing »).
- **Les adresses TEST-NET** : Le bloc d'adresses 192.0.2.0/24 est réservé à des fins pédagogiques. Ces adresses peuvent être utilisées dans la documentation et dans des exemples de réseau comme dans la documentation de fournisseur et de protocole. Les adresses de cette plage ne doivent pas être visibles sur Internet.
- **Les Adresses expérimentales** : Les adresses du bloc 240.0.0.0 à 255.255.255.254 sont répertoriées comme étant réservées pour une utilisation future.

## Adressage IP

### Rappel sur les types de communication:

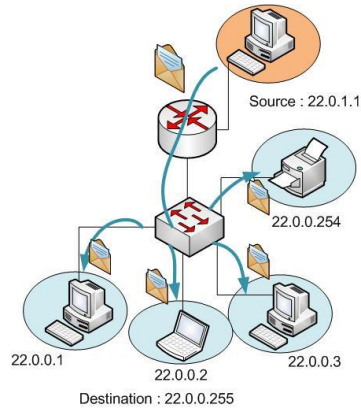
Dans un réseau Ipv4, les hôtes peuvent communiquer de trois façons :

- **Monodiffusion (Unicast)** : Processus consistant à envoyer un paquet d'un hôte à un autre.



## Adressage IP

- **Diffusion (Broadcast)** : Processus consistant à envoyer un paquet à tous les hôtes du réseau.

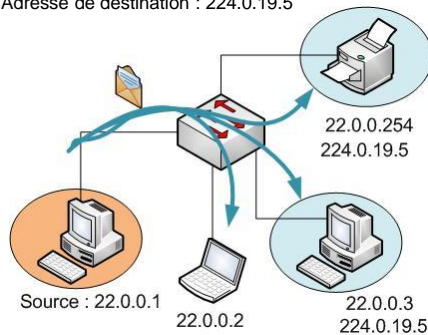


Ce type d'adresse ne peut être utilisée qu'en tant qu'adresse de destination !

## Adressage IP

- **Multidiffusion (Multicast)** : Processus consistant à envoyer un paquet à certains hôtes du réseau.

Adresse de destination : 224.0.19.5



Voici quelques exemples d'utilisation :

- Distribution de contenu vidéo et audio
- Échange d'informations de routage entre des protocoles de routage (RIPv2)
- Distribution de logiciels



## Adressage IP

Alors, on a vu qu'au début des années 90, **Internet** subissait une croissance exponentielle qui a eu 2 grosses conséquences sur l'IPv4 :

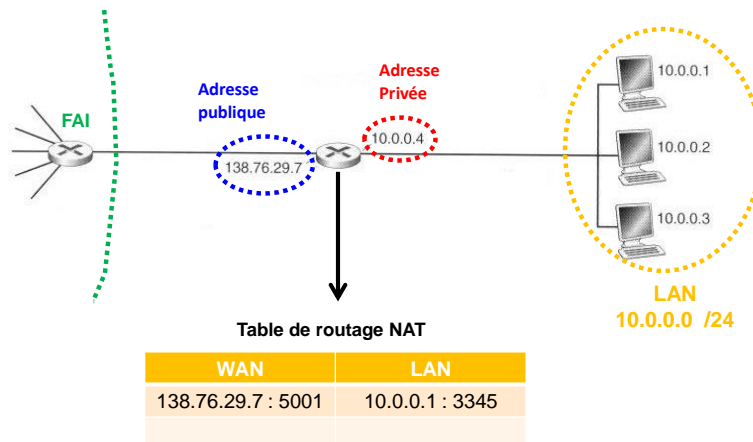
- Manque d'adresses IP
- Croissance de la table de routage Internet
- Il a fallu développer un nouveau protocole : l'**IPv6**

Cependant, celui-ci ne s'est pas fait en un jour ou même en un an et il a donc fallu trouver des solutions temporaires pour palier aux problèmes de l'IPv4.

- La première a été d'utiliser le **CIDR** (Classless Inter Domain Routing)
  - Utilisé depuis 1993
  - Permet de réduire le nombre de routes
  - Permet une utilisation plus efficace de l'espace d'adressage IPv4
- **On va retarder la croissance des tables de routage ainsi que la pénurie d'adresses**
- La seconde solution qui a été mise en place est l'utilisation du **NAT** (Network Address Translation)
  - permet à **un ensemble** d'hôtes présents sur un réseau local, d'avoir un accès à Internet simultanément en utilisant **une adresse IP unique**.
- **Cela permet également de retarder la pénurie d'adresses**

## Adressage IP

### Explications du NAT



## Adressage IP

Exemple : le PC ayant l'adresse 10.0.0.1 (LAN) veut contacter l'adresse distante 128.119.40.186 (WAN).

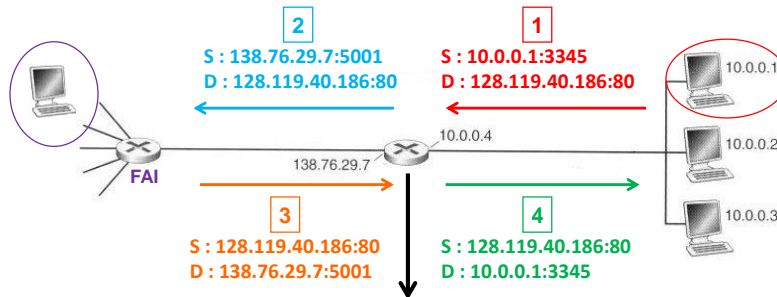


Table de routage NAT

WAN	LAN
138.76.29.7 : 5001	10.0.0.1 : 3345

## Adressage IP

### NAT : Translation d'adresses réseaux

#### Principe de fonctionnement

Paquets sortants de l'entreprise :

- Remplacer chaque paquet sortant (IP source, numéro port) en (IP NAT, nouveau numéro de port)
- La station distante répondra en utilisant (adresse IP NAT, nouveau port) comme la destination

La table de routage NAT

- Correspondance entre (IP source, numéro port) et (IP NAT, nouveau numéro de port)

Paquets entrants dans l'entreprise

- Remplacer chaque paquet entrant (adresse IP NAT, nouveau port) par (IP source, numéro port), suivant la table de routage NAT

## Adressage IP

Au jour d'aujourd'hui, les réseaux ne sont plus créés à l'aide de classes (et donc du masque de sous-réseau par classe) mais ceux-ci seront sans classes (CIDR) → à l'adresse IPv4 sera associé un masque de sous-réseau variable.

Grâce à un **masque de sous-réseau** (désigné par *subnet mask* en anglais), qui est un masque indiquant le nombre de bits d'une adresse IPv4 utilisés pour identifier le sous-réseau, et le nombre de bits caractérisant les hôtes.

Tout comme l'adresse IPv4, le masque de sous-réseau peut être écrit de deux manières différentes :

- soit sous la forme décimale  
ex : adresse IPv4 = 192.168.1.1 avec le masque de sous-réseau = 255.255.0.0
- soit sous la forme */nombre* qui correspond au nombre de 1 dans la notation binaire du masque.  
ex : 192.168.1.1/**16** → ce qui veut dire que le masque de sous-réseau est 11111111.11111111.00000000.00000000 ce qui équivaut à 255.255.0.0

## Adressage IP

### Adressage avec classes VS adressage sans classes

Exemple : Prenons une entreprise comprenant 2 000 machines.

#### **AVANT** (avec l'adressage par classe)

Avec le système de classe d'adresses, pour une entreprise comprenant qui comptait 2 000 machines, il fallait lui attribuer une adresse réseau de classe B.

Classe C peut adresser 254 ( $= 2^8 - 2$ ) machines.

→ Pas assez d'adresses...

Classe B peut adresser 65 534 ( $= 2^{16} - 2$ ) machines.

→ Plus de 63 000 adresses inutilisées et inaccessibles à d'autres institutions !

#### **APRES** (sans l'adressage par classe)

Une entreprise comprenant 2 000 machines possèdera une adresse de la forme **xxx.xxx.xxx.xxx** à laquelle on associera un masque de sous-réseau **/21**

Où 21 bits spécifient l'adresse réseau de l'entreprise

Où 11 bits spécifient le nombre d'adresses disponibles →  $2^{11} - 2 = 2046$  adresses

## Adressage IP

*A quoi sert donc ce masque de sous-réseau ?*

*Comment savoir à quel réseau appartient une adresse IP d'un périphérique ?*

Le masque de sous-réseau permet de déterminer, par une opération simple, quelle partie d'une adresse IPv4 d'un hôte réseau correspond la partie « net ID » et quelle partie correspond au « host ID ».

*Comment ?*

Il suffit de réaliser une opération appelée « un ET logique », bit à bit, entre l'adresse IP et le masque de sous réseau associé à cette adresse IP.

	Partie réseau			Partie hôte
Adresse IPv4	192	168	10	10
	11000000	10101000	00001010	00001010
Masque de sous-réseau	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000

## Adressage IP

Lorsqu'une adresse IPv4 est attribuée à un périphérique, ce dernier utilise le masque de sous-réseau pour savoir à quelle adresse réseau il appartient. L'adresse réseau est l'adresse représentant tous les périphériques du même réseau.

*A quoi ça sert de connaître le réseau dans lequel on est ?*

En envoyant des données réseau, le périphérique utilise ces informations pour déterminer s'il peut envoyer des paquets en local ou s'il doit envoyer les paquets à une passerelle par défaut pour l'acheminement à distance.

Lorsqu'un hôte envoie un paquet, il compare la partie réseau de sa propre adresse IP à la partie réseau de l'adresse IP de destination, grâce aux masques de sous-réseau.

Si les bits de réseau correspondent, l'hôte source et l'hôte de destination sont sur le même réseau, et le paquet peut être transmis localement.

S'ils ne correspondent pas, l'hôte expéditeur transmet le paquet à la passerelle par défaut, afin qu'il soit envoyé à l'autre réseau.

L'opération logique « AND » a effectuer entre l'adresse IPv4 et le masque de sous-réseau consiste à comparer deux bits, ce qui donne le résultat suivant :

$$1 \text{ AND } 1 = 1$$

$$0 \text{ AND } 0 = 0$$

$$0 \text{ AND } 1 = 0$$

$$1 \text{ AND } 0 = 0$$

## Adressage IP

Exemple avec 192.168.10.10 /24

Adresse IPv4	192	.	168	.	10	.	10
	11000000	10101000	00001010	00001010			
Masque de sous-réseau	255	.	255	.	255	.	0
	11111111	11111111	11111111	00000000			
« ET logique »							
Adresse réseau	192	.	168	.	10	.	0
	11000000	10101000	00001010	00000000			

## Adressage IP

Cette méthode, que l'on appellera la méthode traditionnelle, permet de connaître l'adresse du réseau auquel appartient un hôte mais pas seulement !

En plus de cela, l'adresse IPv4 d'un hôte combiné à son masque de sous-réseau nous permet également de trouver le nombre d'hôtes disponibles pour ce réseau, la plage d'adresse hôtes utilisables pour le réseau en question et l'adresse de broadcast de ce réseau.

Exemple : 192.168.10.93/28

**1<sup>ère</sup> étape** : à partir de l'adresse IP et du masque de sous-réseau, trouvez l'adresse du réseau

192.168.10.93 → 11000000.10101000.00001010.01011101

/28 → 1111 1111.1111 1111 .1111 1111.11110000

« ET logique » → 11000000.10101000.00001010.01010000

En décimal → 192.168.10.80 = adresse du réseau

## Adressage IP

**2<sup>ème</sup> étape** : à partir du subnet mask et de l'adresse réseau, on va calculer le nombre d'hôtes disponibles et la plage d'adresses du réseau en question.

Subnet mask = /28 → 28 bits utilisés pour l'adresse réseau sur 32  
 → reste 4 bits disponibles pour identifier les hôtes  
 → nombre d'adresses disponibles =  $2^4 = 16$  **adresses théoriques**

En réalité, on a que  $2^4 - 2 = 14$  **adresses réellement disponibles** car la première adresse est l'adresse du réseau et la dernière est l'adresse de broadcast.

→ La **plage d'adresse** du réseau dans lequel on se trouve va de **192.168.10.81** à **192.168.10.94**

Ensuite, vu qu'on connaît l'adresse réseau = 192.168.10.80 et qu'on sait qu'il dispose de 16 adresses disponibles, cela veut dire que **l'adresse du prochain réseau = 192.168.10.96**

Et comme l'adresse de broadcast est toujours la dernière adresse d'un sous-réseau et que l'on connaît l'adresse du prochain sous-réseau (192.168.10.96), on sait que si on retire une adresse, on obtiendra notre **adresse de broadcast : 192.168.10.95**

## Adressage IP

### A vous de jouer !

Trouvez l'adresse réseau, le nombre d'hôtes, la plage d'adresses disponibles et l'adresse de broadcast pour les adresses IP suivantes :

- 1) 122.60.42.50 255.255.255.224
- 2) 10.20.30.200 255.255.255.248
- 3) 172.76.111.200 /21
- 4) 192.168.70.45 /23
- 5) 161.98.122.187 /26

## Adressage IP

Il existe d'autres méthodes afin de connaître toutes ces informations. Nous allons en voir une seconde, que l'on appellera la méthode Delmotte. Celle-ci, bien que plus difficile à appréhender de prime abord, s'avère très rapide.

/n	Nbre hôtes
32	1
31	2
30	4
29	8
28	16
27	32
26	64
25	128

↑  
 $\alpha_i$

↑  
 $Q_i$

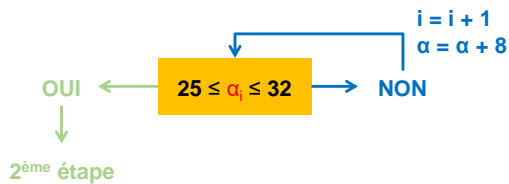
Pour appliquer cette méthode, il suffit de connaître le tableau (ici à gauche) et puis de suivre 5 étapes :

Exemple précédent :

$IP_i = 192.168.10.93 / 28$

↑ ↑ ↑ ↑ ↑  
 $i = 3 \quad 2 \quad 1 \quad 0 \quad \alpha_i$

1<sup>ère</sup> étape : Initialisation → on démarre à  $i = 0$



## Adressage IP

/n	Nbre hôtes
32	1
31	2
30	4
29	8
28	16
27	32
26	64
25	128

↑  
 $\alpha_i$

↑  
 $Q_i$

2<sup>ème</sup> étape : on regarde dans le tableau

$$Q_i = f(\alpha)$$

3<sup>ème</sup> étape : on trouve l'adresse réseau (AR)

$$AR = \text{PGM}(Q_i) \leq IP_i$$

4<sup>ème</sup> étape : on trouve l'adresse réseau suivant (ARS)

$$ARS = AR + Q_i$$



5<sup>ème</sup> étape : on trouve l'adresse de broadcast (BC)

$$BC = ARS - 1$$

## Adressage IP

Reprenons l'exemple choisi et appliquons cette méthode !

/n	Nbre hôtes
32	1
31	2
30	4
29	8
28	16
27	32
26	64
25	128

  $\alpha_i$ 
  $Q_i$

$IP_i = 192.168.10.93 / 28$

      
 $i = 3 \quad 2 \quad 1 \quad 0 \quad \alpha_i = 28$

1<sup>ère</sup> étape : Initialisation → on démarre à  $i = 0$

OUI ←  $25 \leq 28 \leq 32$

2<sup>ème</sup> étape :  $Q_i = f(\alpha) \rightarrow Q_i = 16$

3<sup>ème</sup> étape :  $i = 0 \rightarrow IP_i = 93$

→  $PGM(Q_i) \leq IP_i = 80$

→  $AR = 192.168.10.80$

4<sup>ème</sup> étape :  $ARS = AR + Q_i = 192.168.10.96$

5<sup>ème</sup> étape :  $BC = ARS - 1 = 192.168.10.95$

## Adressage IP

A vous de jouer !

Trouvez l'adresse réseau, le nombre d'hôtes, la plage d'adresses disponibles et l'adresse de broadcast pour les adresses IP suivantes :

- 1) 115.92.12.50 255.255.255.192
- 2) 16.17.18.19 /24
- 3) 172.16.43.82 /22
- 4) 195.212.98.15 /18
- 5) 10.100.206.43 /21



## Adressage IP

### Adressage IPv6

Une adresse IPv6 est longue de **128 bits** (16 octets) contre 32 bits pour IPv4. La notation décimale pointée employée pour les adresses IPv4 (par exemple 192. 168.1.1) est abandonnée au profit d'une **écriture hexadécimale**, où les **8 groupes de 2 octets** (16 bits par groupe) sont séparés par un signe « : ».

#### Exemple de notation :

2A01:EF35:2421:4BE0:CDBC:C04E:A7AB:ECF3

Si l'on regarde, avec l'IPv4, qui utilisait 32 bits pour l'adressage, on disposait d'environ 4294967296 adresses uniques. Parmi ces adresses, seules 3,7 milliards peuvent être attribuées car le système d'adressage IPv4 sépare les adresses en classes et réserve des adresses pour la multidiffusion, les tests et d'autres usages spécifiques.

L'espace d'adressage IPv6 utilise quant à lui 128 bits !  
Ce qui lui permet de 340 undécillions d'adresses... Vous imaginez ?

Remarque : l'IPv6 étant sans classes nativement, les réseaux IPv6 sont notés en utilisant la notation CIDR.

## Adressage IP

Afin de vous donner une idée de ce que ce nombre représente, on va reprendre notre bon vieux tableau des puissances de 1000.

Appellation du nombre	Notation scientifique	Nombre de zéros
Mille	$10^3$	1,000
1million	$10^6$	1,000,000
1milliard	$10^9$	1,000,000,000
1trillion	$10^{12}$	1,000,000,000,000
1quadrillion	$10^{15}$	1,000,000,000,000,000
1quintillion	$10^{18}$	1,000,000,000,000,000,000
1sextillion	$10^{21}$	1,000,000,000,000,000,000,000
1septillion	$10^{24}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1octillion	$10^{27}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1nonillion	$10^{30}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1décillion	$10^{33}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1undécillion	$10^{36}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

Ce nombre est presque équivalent au nombre de grains de sable sur Terre...

→ On a droit à 67 milliards de milliards d'adresses par cm<sup>2</sup> de surface terrestre !

## Adressage IP

L'adressage IPv6 étant long, il y a certaines règles à suivre qui permettent d'abrégier la notation des adresses IPv6.

- La première règle est l'omission des zéros en début de segment de 16 bits.

<b>01AB</b>	peut s'écrire <b>1AB</b>	2001: DB8: 0:A300:ABCD: 0: 0:1234
<b>0A00</b>	peut s'écrire <b>A00</b>	=
<b>00CD</b>	peut s'écrire <b>CD</b>	2001:0DB8:0000:A300:ABCD:0000:0000:1234

Cette règle s'applique uniquement aux zéros de début de segment et NON aux zéros suivants.

- La deuxième règle permettant d'abrégier la notation des adresses IPv6 est qu'une suite de deux fois deux-points (::) peut remplacer toute chaîne unique et contiguë d'un ou plusieurs segments de 16 bits comprenant uniquement des zéros.

Une suite de deux fois deux-points (::) ne peut être utilisée qu'une seule fois par adresse !  
Cette notation s'appelle le format compressé.

Format compressé :	2001:DB8:0:1111::200
Format recommandé :	2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200

## Adressage IP

Souvenez-vous que le préfixe (ou la partie réseau) d'une adresse IPv4 peut être identifié par un masque de sous-réseau ou une longueur de préfixe en notation décimale à point (notation de barre oblique).

L'IPv6 utilise la longueur de préfixe pour représenter le préfixe de l'adresse. Elle est utilisée pour indiquer la partie réseau d'une adresse IPv6 à l'aide de la notation adresse IPv6 **/longueur de préfixe**.

La longueur de préfixe peut aller de 0 à 128. La longueur de préfixe IPv6 standard pour les réseaux locaux et la plupart des autres types de réseau est /64. Celle-ci signifie que le préfixe ou la partie réseau de l'adresse a une longueur de 64 bits, ce qui laisse 64 bits pour l'ID d'interface (partie hôte) de l'adresse.

Quant aux types d'adresses IPv6, il en existe trois différents :

- **Monodiffusion** – une adresse de monodiffusion IPv6 identifie une interface sur un périphérique IPv6 de façon unique.
- **Multidiffusion** – une adresse de multidiffusion IPv6 est utilisée pour envoyer un seul paquet IPv6 vers plusieurs destinations.
- **Anycast** – une adresse anycast IPv6 est une adresse de monodiffusion IPv6 qui peut être attribuée à plusieurs périphériques. Un paquet envoyé à une adresse anycast est acheminé vers le périphérique le plus proche ayant cette adresse.

Contrairement à l'IPv4, l'IPv6 n'a pas d'adresse de diffusion. Cependant, il existe une adresse de multidiffusion à tous les nœuds IPv6 qui offre globalement les mêmes résultats.

Une adresse de monodiffusion IPv6 identifie une interface sur un périphérique IPv6 de façon unique. Un paquet envoyé à une adresse de monodiffusion est reçu par l'interface correspondant à cette adresse.

Il existe six types d'adresse de monodiffusion IPv6 mais les plus importantes sont les suivantes :

- Une **adresse de monodiffusion globale** est similaire à une adresse IPv4 publique. Ces adresses sont uniques au monde et routables sur Internet. Les adresses de monodiffusion globale peuvent être configurées de manière statique ou attribuées de manière dynamique.
- Les **adresses link-local** sont utilisées pour communiquer avec d'autres périphériques sur la même liaison locale. Les adresses link-local sont confinées à une seule liaison. Leur caractère unique doit être confirmé uniquement sur cette liaison, car elles ne sont pas routables au-delà de la liaison. En d'autres termes, les routeurs ne transmettent aucun paquet avec une adresse source ou de destination link-local.

## Adressage IP

Nous allons maintenant approfondir un peu le cas des adresses link-local IPv6 qui permettent à un périphérique de communiquer avec d'autres périphériques IPv6 sur la même liaison et uniquement sur cette liaison (sous-réseau).

Les paquets associés à une adresse source ou de destination link-local ne peuvent pas être acheminés au-delà de leur liaison d'origine.

L'adresse de monodiffusion globale n'est pas obligatoire. Cependant, chaque interface réseau IPv6 doit avoir une adresse link-local.

Si une adresse link-local n'est pas configurée manuellement sur une interface, le périphérique crée automatiquement sa propre adresse sans communiquer avec un serveur DHCP.

Les hôtes IPv6 créent une adresse link-local IPv6 même si aucune adresse de monodiffusion globale IPv6 n'a été attribuée aux périphériques.

Cela permet aux périphériques IPv6 de communiquer avec d'autres périphériques IPv6 sur le même sous-réseau (et cela inclut la communication avec la passerelle par défaut).

Les adresses link-local IPv6 se trouvent dans la plage **FE80::/10**.

Exemple d'utilisation : les adresses link-local IPv6 sont également utilisées par les protocoles de routage IPv6 pour échanger des messages et en tant qu'adresses de saut suivant dans la table de routage IPv6.

## Adressage IP

Les adresses de monodiffusion globale IPv6 sont uniques au monde et routables (Internet IPv6). Ces adresses sont équivalentes aux adresses publiques IPv4.

Actuellement, seules des adresses de monodiffusion globale dont les premiers bits sont 001 ou 2000::/3 sont attribuées (par l'ICANN). C'est uniquement 1/8e de l'espace d'adressage IPv6 total disponible.

Une adresse de monodiffusion globale se compose de trois parties :

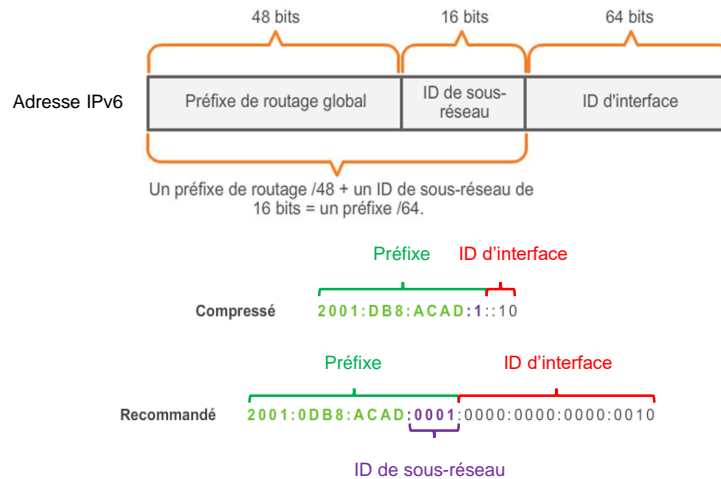
- **Préfixe de routage global**
- **ID de sous-réseau**
- **ID d'interface**

Le **préfixe de routage global** est le préfixe ou la partie réseau de l'adresse attribué(e) par le fournisseur (par exemple un FAI) à un client ou à un site. Pour le moment, le préfixe global de routage attribué aux clients est /48. Ces clients incluent tous les clients potentiels, des réseaux d'entreprise aux réseaux particuliers. Cet espace d'adressage est plus que suffisant pour la plupart des clients.

L'**ID de sous-réseau** est utilisé par une entreprise pour identifier les sous-réseaux au sein de son site.

L'**ID d'interface IPv6** est similaire à la partie hôte d'une adresse IPv4. Le terme ID d'interface est utilisé car un hôte unique peut avoir plusieurs interfaces, chacune dotée d'une ou de plusieurs adresses IPv6.

## Adressage IP



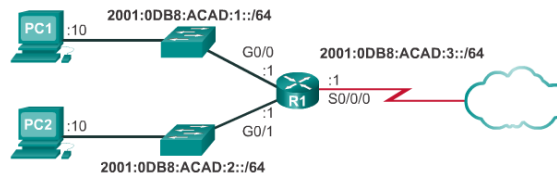
## Adressage IP

### Configurations

Nous allons maintenant voir quelques configurations en IPv6.

- Configuration statique d'une adresse de monodiffusion globale :

Exemple :



```
Router(config)#interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
Router(config-if)#no shutdown
```

Il suffit bien entendu d'appliquer les mêmes commandes pour l'interface GigabitEthernet 0/1 et pour l'interface Serial 0/0/0.

Rappel important : le routage IPv6 n'est pas activé par défaut. Pour sélectionner l'IPv6 sur un routeur, la commande de configuration globale **ipv6 unicast-routing** doit être utilisée.