



# Réseaux & routage

Architectures matérielles, systèmes d'exploitation et réseaux

## Objectifs

- ✓ Comprendre la notion de réseau (adressage IP et masque de sous-réseau)
- ✓ Déterminer si deux adresses IP font parti du même sous-réseau
- ✓ Utiliser la notation CIDR
- ✓ Déterminer une table de routage manuel
- ✓ Déterminer une table de routage par le protocole RIP
- ✓ Déterminer une table de routage par le protocole OSPF

## Adressage IP et masque de sous-réseau

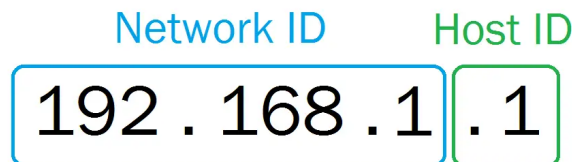
### Définition

### Adresse IP

Une adresse IP est un numéro d'identification qui est attribué de façon permanente ou provisoire à chaque appareil connecté à un réseau informatique utilisant l'**I**nternet **P**rotocol.

Cette adresse est le numéro unique d'un ordinateur ou d'une machine sur un réseau qui lui permet de communiquer sur ce réseau.

Ce numéro est composé de 4 octets séparés par un point comme le montre la figure ci-dessous :



L'adresse IP contient 2 informations le ID du réseau (Net-Id ou Network-Id) et l'ID de la machine (Host-Id)



Comment séparer la partie qui représente l'ID du réseau et celle qui représente l'ID de machine ?

## Définition

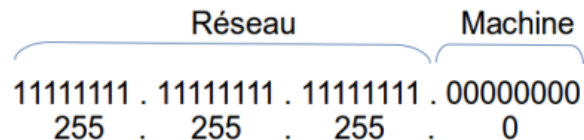
### Masque de sous-réseau

Le masque de sous réseau est l'information qui permet de séparer la partie réseau et la partie machine d'une adresse IP.

Le masque, comme l'adresse IP, est une suite de 4 octets, soit 32 bits. Chacun des ces bits peut prendre la valeur 1 ou 0.

Pour définir le masque, il nous suffit de dire que les bits à 1 représenteront la partie réseau (**Net-ID**) de l'adresse, et les bits à 0 la partie machine (**Host-ID**).

Ainsi, on fera une association entre une adresse IP et un masque pour savoir dans cette adresse IP quelle est la partie réseau et quelle est la partie machine de l'adresse.



Lorsqu'une machine A veut envoyer un message à une machine B, elle doit déterminer si cette machine :

- appartient au même sous-réseau : auquel cas le message est envoyé directement via un ou plusieurs switches.
- n'appartient pas au même sous-réseau : auquel cas le message doit d'abord transiter par un routeur.



Quelle opération permet de distinguer cette appartenance à un même sous-réseau ?

## Notation

Appelons **IP\_A** et **IP\_B** les adresses IP respectives des machines A et B.

Appelons **M** le masque de sous-réseau.

Nommons **&** l'opérateur de **ET** entre nombres binaires :

## Propriété

### Opérateur &

a	b	a&b
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

## Définition

### Adresse d'un sous-réseau

On appelle adresse d'un sous-réseau l'adresse obtenue par l'opérateur **ET** entre l'IP d'une machine du réseau et le masque de sous-réseau. ( $IP \& M$ )

## Propriété

### Appartenance à un même sous-réseau

A et B appartiennent au même sous-réseau si et seulement si  $IP_A \& M = IP_B \& M$ .

C'est à dire les adresses du sous-réseau de ces deux machine sont égales.

## Exemple

Considérons trois machines A, B, C d'IP respectives 192.168.129.10, 192.168.135.200 et 192.168.145.1, configurées avec un masque de sous-réseau égal à 255.255.248.0.

machine A	
$IP_{10}$	192.168.129.10
$IP_2$	11000000.10101000.10000001.00001010
$M_{10}$	255.255.248.0
$M_2$	11111111.11111111.11111000.00000000
IP & M	11000000.10101000.10000000.00000000
IP & M	192.168.128.0

machine B	
$IP_{10}$	192.168.135.200
$IP_2$	11000000.10101000.10000111.11001000
$M_{10}$	255.255.248.0
$M_2$	11111111.11111111.11111000.00000000
IP & $M_2$	11000000.10101000.10000000.00000000
IP & $M_{10}$	192.168.128.0

machine C	
$IP_{10}$	192.168.145.1
$IP_2$	11000000.10101000.10010001.00000001
$M_{10}$	255.255.248.0
$M_2$	11111111.11111111.11111000.00000000
IP & $M_2$	11000000.10101000.10010000.00000000
IP & $M_{10}$	192.168.144.0

Conclusion : les machines A et B sont sous le même sous-réseau, mais pas la machine C.

### Exercice 1

Les machines A (IP\_A : 10.209.156.8 / M : 255.255.240.0) et B (IP\_B : 10.209.157.246) peuvent-elles communiquer entre elle ?

## ● Plage IP et adresses réseaux spécifiques

### Définition

#### Adresses réservés

- L'adresse réseau est l'adresse où tous les bits de la partie machine (**Host-I**) sont à 0.
- L'adresse de diffusion est l'adresse où tous les bits de la partie machine (**Host-ID**) sont à 1.

### Définition

#### plage réseau

La plage réseau est le nombre d'adresses IP que peut contenir un réseau.



L'adresse de réseau et celle de diffusion étant réservées le nombre de machines d'un réseau correspond à l'étendue de la plage réseau - 2.

## ● Écriture des masques de sous-réseau : notation CIDR

### Définition

#### Notation CIDR

D'après ce qui précède, 2 informations sont nécessaires pour déterminer le sous-réseau auquel appartient une machine : son IP et le masque de sous-réseau. Une convention de notation permet d'écrire simplement ces deux renseignements : la notation **CIDR**.

Dans la notation CIDR, l'IP est suivi d'un nombre entre 0 et 32 qui représente le nombre de un dans les bits de poids fort du masque de sous-réseau.

### Exemple

Une machine d'IP 192.168.0.33 avec un masque de sous-réseau 255.255.255.0 sera désignée par 192.168.0.33 / 24 en notation CIDR.

Parmi les suffixes les plus courant, on trouve :

- le suffixe / 24 signifie que le masque de sous-réseau commence par 24 bits consécutifs de valeur 1 : le reste des bits (donc 8 bits) est à mis à 0.  
Autrement dit, ce masque vaut 11111111.11111111.11111111.00000000 , soit 255.255.255.0.
- le suffixe / 23 signifie que le masque de sous-réseau commence par 24 bits consécutifs de valeur 1 : le reste des bits (donc 8 bits) est à mis à 0.  
Autrement dit, ce masque vaut 11111111.11111111.11111110.00000000 , soit 255.255.254.0.
- le suffixe / 16 donnera un masque de 11111111.11111111.00000000.00000000 , soit 255.255.0.0.
- Ou encore, un suffixe / 21 donnera un masque de 11111111.11111111.11111000.00000000 , soit 255.255.248.0.

### Exercice 2 ★

En notation CIDR un client à pour adresse IPv4 172.20.1.242 / 20. Déterminer l'adresse du réseau auquel il appartient

## Du lycée à site exomorphisme.fr

? Comment à partir du lycée, arrive-t-on à rejoindre le site **exomorphisme.fr** hébergé dans l'hexagone ?

### ● Traceroute

L'utilitaire **tracert** nous donne les informations suivantes :

```
1 etienne@fixe:~$ tracert exomorphisme.fr
2 tracert to exomorphisme.fr (54.38.181.161), 30 hops max, 60 byte packets
3 1 lan.home (10.16.56.1) 0.435 ms 0.405 ms 0.502 ms
4 2 80.10.239.185 (80.10.239.185) 6.480 ms 6.472 ms 6.474 ms
5 3 ae103-0.ncmay102.rbcn.orange.net (193.251.108.22) 6.511 ms 6.549 ms 6.834 ms
6 4 ae55-0.ncidf206.rbcn.orange.net (81.253.181.106) 186.562 ms 186.468 ms 186.459
  ↪ ms
7 5 ae46-0.nridf202.rbcn.orange.net (193.252.98.173) 186.558 ms 186.542 ms 186.997
  ↪ ms
8 6 ae43-0.noidf002.rbcn.orange.net (193.252.98.238) 173.772 ms 171.671 ms 171.568
  ↪ ms
9 7 * * *
10 8 * * *
11 9 * * *
12 10 * * *
13 11 be102.sbg-g2-nc5.fr.eu (91.121.215.218) 179.874 ms 179.838 ms
  ↪ be102.sbg-g1-nc5.fr.eu (94.23.122.138) 193.982 ms
14 12 * * *
15 13 * * *
16 14 * * *
17 15 * * *
18 16 * * *
19 17 * * *
20 18 * * *
21 19 vps-efd10f5a.vps.ovh.net (54.38.181.161) 178.555 ms 178.484 ms 178.498 ms
```

## Table de routage

*i* Le routage dans un réseau informatique fonctionne selon le principe du le prochain saut. Il s'agit de passer les paquets à d'autre machine.

Comparons cela à un automobiliste (le paquet qui est envoyé) qui demande son chemin à un piéton (le routeur)...

- *Automobiliste* : « Comment puis-je me rendre à la Rue du paquet ? »
- *Piéton* : « Prenez la rue à droite, au carrefour suivant, demandez à nouveau votre chemin. »

Dans le cas du réseau, c'est le routeur qui lit l'adresse de destination dans le paquet, qui cherche ensuite si il a une route vers cette adresse et ensuite fait suivre le paquet au routeur suivant ou à la machine concernée.

## Définition

Les tables de routage sont des informations stockées dans le routeur permettant d'aiguiller intelligemment les données qui lui sont transmises. Dans le cadre du cours de NSI, la table de routage contient l'adresse de destination, l'adresse de la passerelle (le prochain saut) et la métrique (nous verrons plus tard cette notion)

### ● Table de routage statique

## Exemple

Par exemple, la table de routage du routeur R1 pourrait être :

Destination	Passerelle
192.168.0.0 /24	192.168.0.254
172.17.1.0 /24	172.17.1.254
10.0.5.0 /24	10.0.5.152
10.5.2.0 /24	172.17.1.254
10.7.3.0 /24	10.0.5.135

### ● Le protocole RIP

## Définition

### Le protocole RIP

Le Routing Information Protocol est basé sur l'échange (toutes les 30 secondes) des tables de routage de chaque routeur. Au début, chaque routeur ne connaît que les réseaux auquel il est directement connecté, associé à la distance 1. Ensuite, chaque routeur reçoit périodiquement la table des réseaux auquel il est connecté :

- s'il découvre une route vers un nouveau réseau inconnu, il l'ajoute à sa table en augmentant de 1 la distance annoncée par le routeur qui lui a transmis sa table.
- s'il découvre une route vers un réseau connu mais plus courte (en rajoutant 1) que celle qu'il possède dans sa table, il actualise sa table.
- s'il découvre une route vers un réseau connu mais plus longue que celle qu'il possède dans sa table, il ignore cette route.
- s'il reçoit une route vers un réseau connu en provenance d'un routeur déjà existant dans sa table, s'il met à jour sa table car la topologie du réseau a été modifiée.
- si le réseau n'évolue pas (panne ou ajout de nouveau matériel), les tables de routage convergent vers une valeur stable. Elles n'évoluent plus.
- si un routeur ne reçoit pas pendant 3 minutes d'information de la part d'un routeur qui lui avait auparavant communiqué sa table de routage, ce routeur est considéré comme en panne, et toutes les routes passant par lui sont affectées de la distance infinie : 16.

### Remarques et inconvénients :

Le protocole RIP n'admet qu'une distance maximale égale à 15 (ceci explique que 16 soit considéré comme la distance infinie), ce qui le limite aux réseaux de petite taille.

Chaque routeur n'a jamais connaissance de la topologie du réseau tout entier : il ne le connaît que par ce que les autres routeurs lui ont raconté. On dit que ce protocole de routage est du routing by rumor.

La métrique utilisée (le nombre de sauts) ne tient pas compte de la qualité de la liaison, contrairement au protocole OSPF.

## ●Le protocole OSPF

---

### Définition

### Protocole OSPF

Dans le protocole OSPF, les tables de routage vont prendre en considération la vitesse de communication entre les routeurs.

Dans une première phase d'initialisation, chaque routeur va acquérir (par succession de messages envoyés et reçus) la connaissance totale du réseau (différence fondamentale avec RIP) et de la qualité technique de la liaison entre chaque routeur.

Pour calculer la qualité de la liaison, on utilise un indice **coût** défini à partir du débit  $d$  exprimé en bits/s.

$$\text{coût} = \frac{10^8}{d}$$

## ●Comparaison des deux algorithmes

---

Protocole	RIP	OSPF
Depuis	1970	1988
Algorithme	Bellman-Ford	Dijkstra
Métrique	nombre de sauts	bande passante
Couche OSI	Réseau	Réseau
Utilise	UDP (transport)	IP (réseau)
Taille max	LAN < 16 routeurs	LAN < 1000 routeurs
Avantage	Simplicité	Souplesse
Défauts	Gaspille la BP, n'en tient pas compte	Gourmand (CPU, mémoire), complexe