

# Principe du routage

Christophe Viroulaud

Terminale - NSI

**Archi 11**



## Histoire

- ▶ mars 2022 : 1,93 milliards de sites web
- ▶ Premier site web : <https://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>

Visualiser la structure du réseau Internet.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## À retenir

**Protocole** : ensemble de règles qui définissent la communication dans un réseau.

<b>Application</b>
<b>Transport</b> ou <b>Transmission Control Protocol</b>
<b>Internet</b> ou <b>Internet Protocol</b>
<b>Réseau</b> ou <b>Interface</b>

Tableau 1 – Protocole TCP/IP (1970)

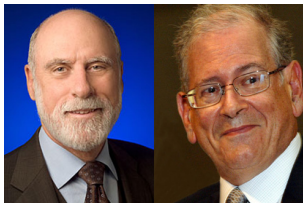


Figure 1 – Vinton Cerf et Robert Kahn définissent le protocole de communication utilisé sur le réseau internet.

## Remarque

Le modèle **OSI (Open Systems Interconnection)** (1978) est une formalisation plus générale des protocoles de communication.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

<b>Réseau</b>	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)
---------------	--

Tableau 2 – Protocole TCP/IP (1970)

<b>Internet</b>	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
<b>Réseau</b>	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 3 – Protocole TCP/IP (1970)



<b>Transport</b>	S'assure de la bonne transmission de l'intégralité des données.
<b>Internet</b>	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
<b>Réseau</b>	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 4 – Protocole TCP/IP (1970)

<b>Application</b>	Utilise les données dans les divers logiciels qui les demandent (navigateur, client mail...).
<b>Transport</b>	S'assure de la bonne transmission de l'intégralité des données.
<b>Internet</b>	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
<b>Réseau</b>	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 5 – Protocole TCP/IP (1970)

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

### 2.1 Adresse IP

### 2.2 Masque de sous-réseau

### 2.3 Notation **CIDR**

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

Protocoles de  
communication

### Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

### Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## À retenir

Sur un réseau chaque machine est repérée par son **adresse IP (Internet Protocol)**.

Une adresse IP version 4 (IPv4) est longue de 4 octets :

192.168.10.3

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

**Activité 1** : Calculer le nombre d'adresses IPv4 disponibles.

4 octets → 32 bits

$$2^{32} = 4294967296 \simeq 4 \text{ milliards d'adresses}$$

## Remarque

Ce nombre est aujourd'hui insuffisant. Une nouvelle norme prend peu à peu la place. Le protocole IPv6 propose des adresses de 128 bits.

2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

### 2.1 Adresse IP

### 2.2 Masque de sous-réseau

### 2.3 Notation CIDR

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

**Masque de sous-réseau**

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## À retenir

Un **réseau informatique** est un ensemble de machines reliées entre elles pour échanger des informations, partager des ressources.

Exemples :

- ▶ réseau du lycée,
- ▶ réseau domestique.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée



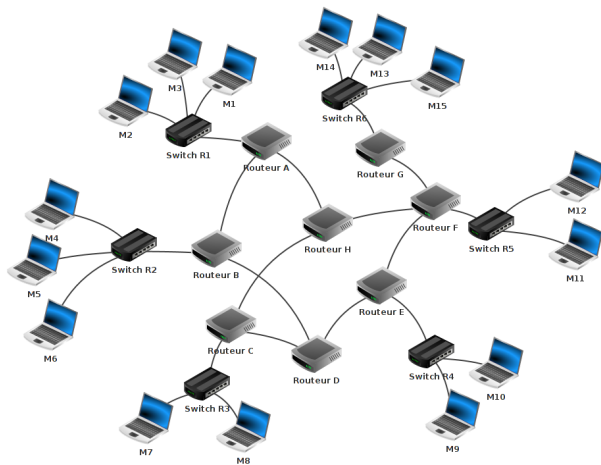


Figure 2 – Internet : le réseau des réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## À retenir

Une adresse IP est accompagnée de son **masque de sous-réseau**. Il permet de déterminer le réseau auquel appartient la machine.

adresse IP	192	168	10	3
masque	255	255	255	0

**À retenir**

Pour connaître le réseau on convertit les adresses en binaire et on applique une porte logique AND.

adresse IP	192	168	10	3
adresse IP	11000000	10101000	00001010	00000011
masque	11111111	11111111	11111111	00000000
réseau	11000000	10101000	00001010	00000000

Deux adresses qui donnent le même résultat appartiennent au même réseau.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

### 2.1 Adresse IP

### 2.2 Masque de sous-réseau

### 2.3 Notation **CIDR**

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

**Notation CIDR**

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## À retenir

On note une adresse IP avec son masque de sous-réseau. Le nombre après / correspond au nombre de 1 du masque (notation *CIDR* - (Classless Inter-Domain Routing)).

192.168.10.3/24

Les 24 premiers bits correspondent au réseau.

## Activité 2 :

1. Donner le réseau auquel appartient l'adresse 10.103.10.2/12
2. Combien d'adresses peut-on créer dans ce réseau ?

Les 12 premiers bits sont réservés pour le réseau.

adresse IP	10	103	10	2
adresse IP	00001010	01100111	00001010	00000010
masque	11111111	11110000	00000000	00000000
réseau	<b>00001010</b>	<b>01100000</b>	00000000	00000000
réseau	10	96	0	0

On peut créer  $2^{32-12} = 2^{20} = 1048576$  adresses dans ce réseau.



## Remarque

Par convention :

- ▶ la première adresse est réservée pour identifier le réseau

<b>00001010</b>	<b>01100000</b>	00000000	00000000
10	96	0	0

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation **CIDR**

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## Remarque

Par convention :

- ▶ la première adresse est réservée pour identifier le réseau

<b>00001010</b>	<b>01100000</b>	00000000	00000000
10	96	0	0

- ▶ la dernière adresse est le **broadcast** : une adresse permettant de communiquer à toutes les machines en même temps

<b>00001010</b>	<b>01101111</b>	11111111	11111111
10	111	255	255

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation **CIDR**

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

### Activité 3 :

1. Se rendre sur l'émulateur de console Linux <https://tinyurl.com/term-linux> et taper la commande :

```
1 # a pour adresse, 4 pour n'avoir que les IPv4
2 ip -4 a
```

Code 1 – Adresse IPv4

2. Quelle est l'adresse de la machine ?
3. Quelle est l'adresse du réseau ?

```
localhost:~# ip -4 a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1000
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN qlen 1000
    inet 10.5.21.69/16 brd 10.5.255.255 scope global dynamic eth0
        valid_lft 900sec preferred_lft 787sec
```

Figure 3 – Adresse de la machine

- ▶ L'adresse de la machine est 10.5.21.69/16 (elle est unique pour chaque machine)
- ▶ L'adresse du réseau est 10.5.0.0
- ▶ L'adresse de broadcast est 10.5.255.255
- ▶ On peut connecter  $2^{16} = 65536$  machines sur ce réseau

1. Protocoles de communication
2. Couche Internet
3. Structure en étoile
4. Communiquer entre les réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

# Structure en étoile

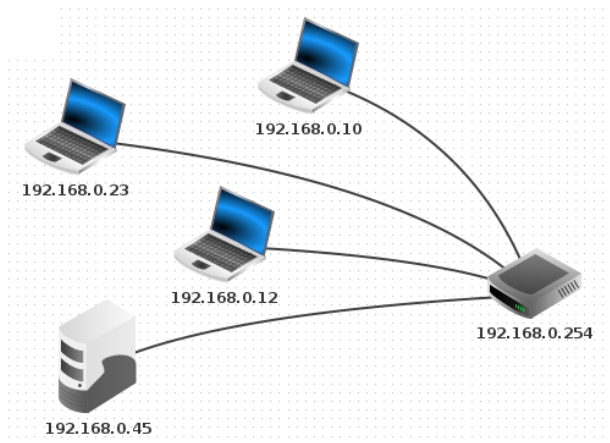


Figure 4 – Dans un réseau, les machines sont structurées en étoile autour du **routeur**.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

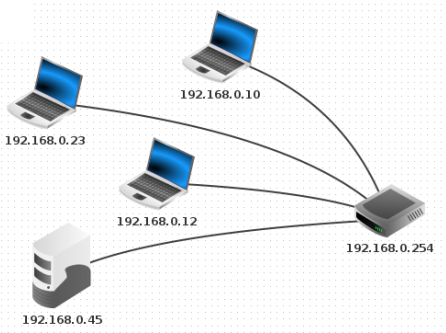
## Observation

Conventionnellement, les adresses :

- ▶ 192.168.X.X/16,
- ▶ 172.16.X.X/12,
- ▶ 10.X.X.X/8,

sont privées (réservées pour un réseau interne).

Ces conventions sont définies dans plusieurs **RFC (Requests For Comments)**

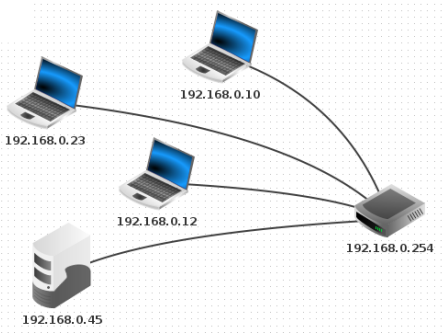


## À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur** :

- ▶ Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP dans ce réseau (par convention souvent la dernière disponible).





## À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur** :

- ▶ Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP dans ce réseau (par convention souvent la dernière disponible).
- ▶ Il route les informations d'un expéditeur vers le destinataire.

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

### 4.1 Passerelle

### 4.2 Structure maillée

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

# Communiquer entre les réseaux - passerelle

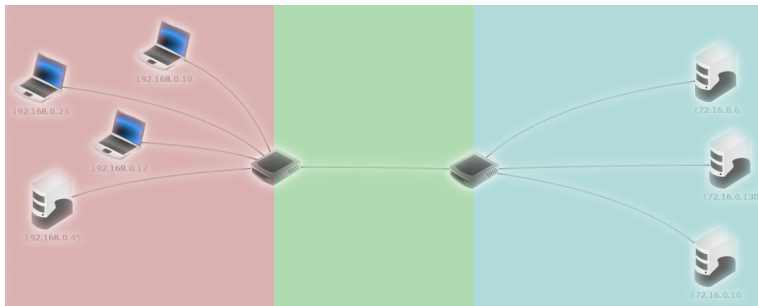


Figure 5 – Trois réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

**Passerelle**

Structure maillée

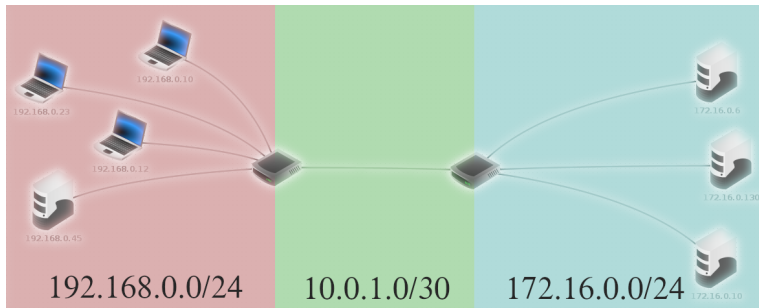


Figure 6 – Les routeurs appartiennent à deux réseaux.

## À retenir

Un routeur est une passerelle entre plusieurs réseaux. Il possède autant d'**interfaces** que de réseaux associés.



Figure 7 – Un routeur lié à quatre réseaux

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

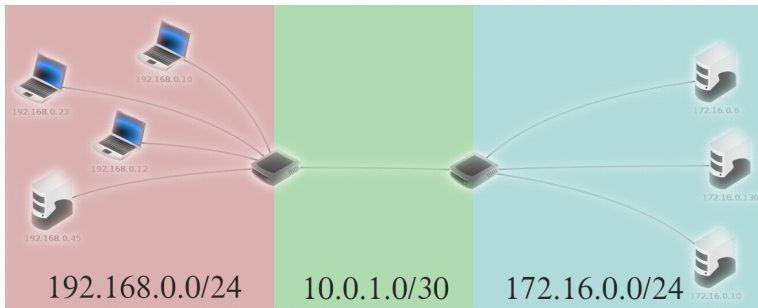
Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée



Le routeur gauche possède deux interfaces ; par exemple :

- ▶ 192.168.0.254
- ▶ 10.0.1.1

Le routeur droit possède deux interfaces ; par exemple :

- ▶ 172.16.0.254
- ▶ 10.0.1.2

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP  
Masque de sous-réseau  
Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle  
Structure maillée

## 1. Protocoles de communication

## 2. Couche Internet

## 3. Structure en étoile

## 4. Communiquer entre les réseaux

### 4.1 Passerelle

### 4.2 Structure maillée

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Le réseau du lycée est partagé en plusieurs sous-réseaux.

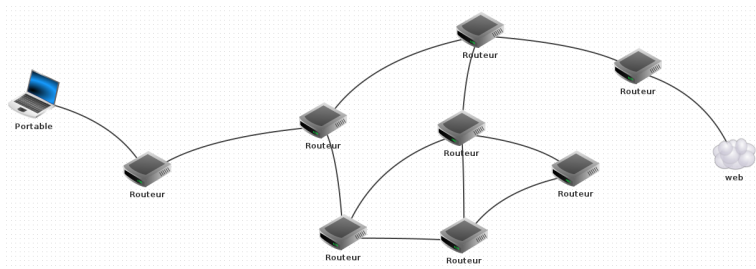


Figure 8 – Topologie d'un réseau

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

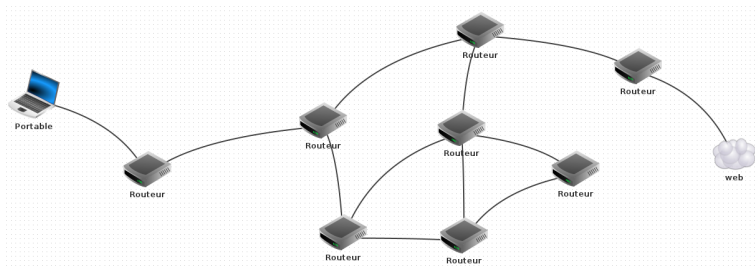
Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée





► Un paquet circule de **proche en proche**.

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

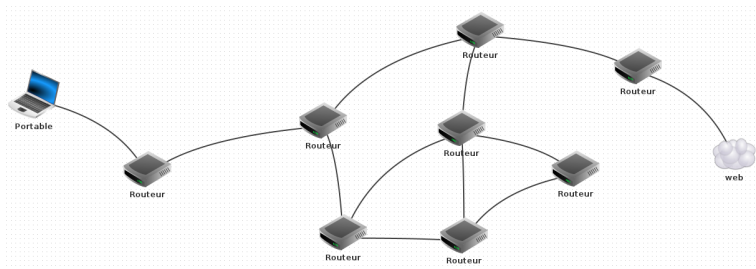
Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée



- ▶ Un paquet circule de **proche en proche**.
- ▶ Chaque routeur possède une **table de routage**.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

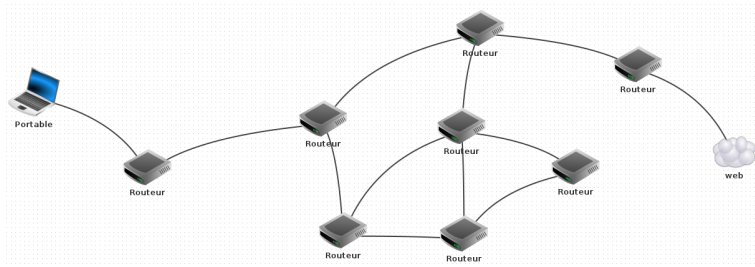
Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée



- ▶ Un paquet circule de **proche en proche**.
- ▶ Chaque routeur possède une **table de routage**.
- ▶ La table de routage indique le prochain *routeur voisin*.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

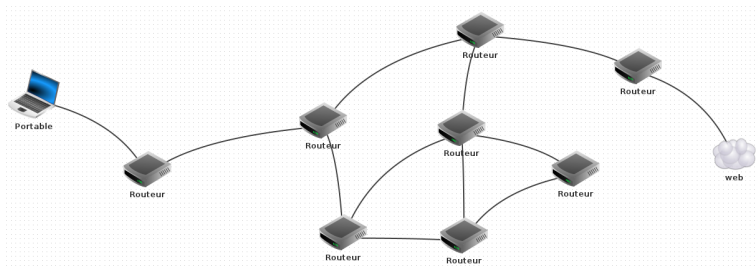
Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée



- ▶ Un paquet circule de **proche en proche**.
- ▶ Chaque routeur possède une **table de routage**.
- ▶ La table de routage indique le prochain *routeur voisin*.
- ▶ La table de routage liste les routes d'accès à chaque réseau.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

## Activité 4 :

1. Se rendre sur l'émulateur machine  
<https://tinyurl.com/linuxemul>
2. Avec un clic-droit, paramétrer le **keyboard mapping**.
3. Ouvrir un terminal.
4. Afficher la table de routage de la machine à l'aide de la commande :

```
1 ip route
```

```
~ # ip route
default via 10.5.0.1 dev eth0 src 10.5.222.237 metric 202
10.5.0.0/16 dev eth0 scope link src 10.5.222.237 metric 202
```

Figure 9 – Table de routage d'un ordinateur personnel

## Activité 5 : Taper la commande :

```
1 sudo traceroute -I wikipedia.org
```

Code 2 – Tracer le chemin suivi vers une destination

Protocoles de  
communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Notation CIDR

Structure en étoile

Communiquer  
entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

- ▶ La commande **tracert** demande son adresse à chaque routeur traversé.
- ▶ Certains routeurs ne communiquent pas cette information : \* \* \*
- ▶ La route suivie par chaque utilisateur n'est pas nécessairement la même.



## À retenir

Tout au long de la communication, il n'y a pas de route définie entre l'émetteur et le destinataire. On parle de **commutation par paquets**.

## Remarque

La commutation par paquets est à opposer à **la commutation de circuits** qui définit une liaison physique unique entre l'émetteur et le destinataire.