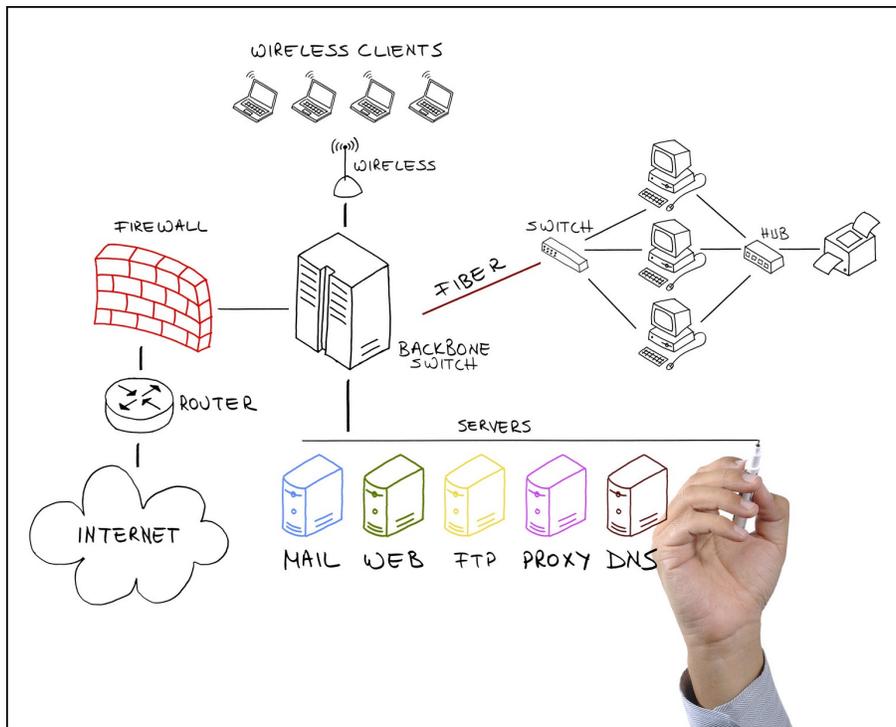


# Introduction aux réseaux IP



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Définition d'un réseau . . . . .	3
1.2	Type de réseaux . . . . .	3
1.2.1	LAN . . . . .	3
1.2.2	MAN . . . . .	4
1.2.3	WAN . . . . .	4
1.2.4	Réseau poste à poste . . . . .	5
1.2.5	Un réseau client-serveur . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Structure des réseaux</b>	<b>6</b>
2.1	Topologie physique des réseaux locaux . . . . .	6
2.1.1	Topologie en étoile . . . . .	7
2.1.2	Topologie en bus . . . . .	7
2.1.3	Topologie en anneau . . . . .	7
2.1.4	Structure de réseau hybride . . . . .	7
2.2	Avantages et inconvénients . . . . .	8
2.2.1	Étoile . . . . .	8
2.2.2	Bus . . . . .	8
2.2.3	Anneau . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Les éléments d'un réseau LAN</b>	<b>9</b>
3.1	Le concentrateur . . . . .	9
3.2	Le commutateur . . . . .	10
3.3	Le routeur . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Adressage IP</b>	<b>12</b>
4.1	Adressage d'une machine . . . . .	12
4.2	Anatomie d'une adresse IP . . . . .	12
4.3	Classes d'adresses IP . . . . .	13
4.4	IP publique, IP privée . . . . .	15
4.5	Masque de réseau . . . . .	16
4.6	Notation CIDR : Classless Inter-Domain Routing . . . . .	17

# 1 Introduction

## 1.1 Définition d'un réseau

**Définition 1.** Un **réseau informatique** est un regroupement d'ordinateurs et de périphériques qui se partagent des **ressources**, des **informations** et du **travail**.

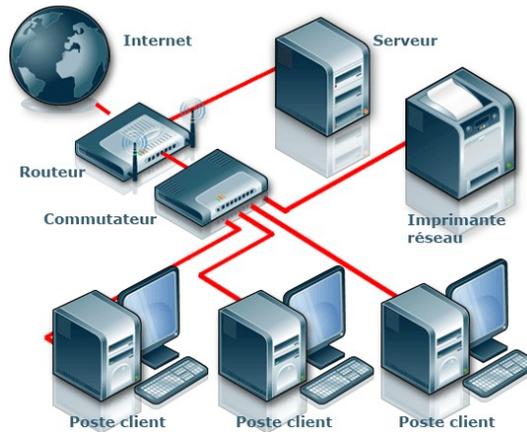


FIGURE 1 – Réseau domestique

## 1.2 Type de réseaux

### 1.2.1 LAN

Un **LAN** (*Local Area Network*), est un réseau local qui relie des ordinateurs et des périphériques situés à proximité les uns des autres (dans un même bâtiment par exemple).

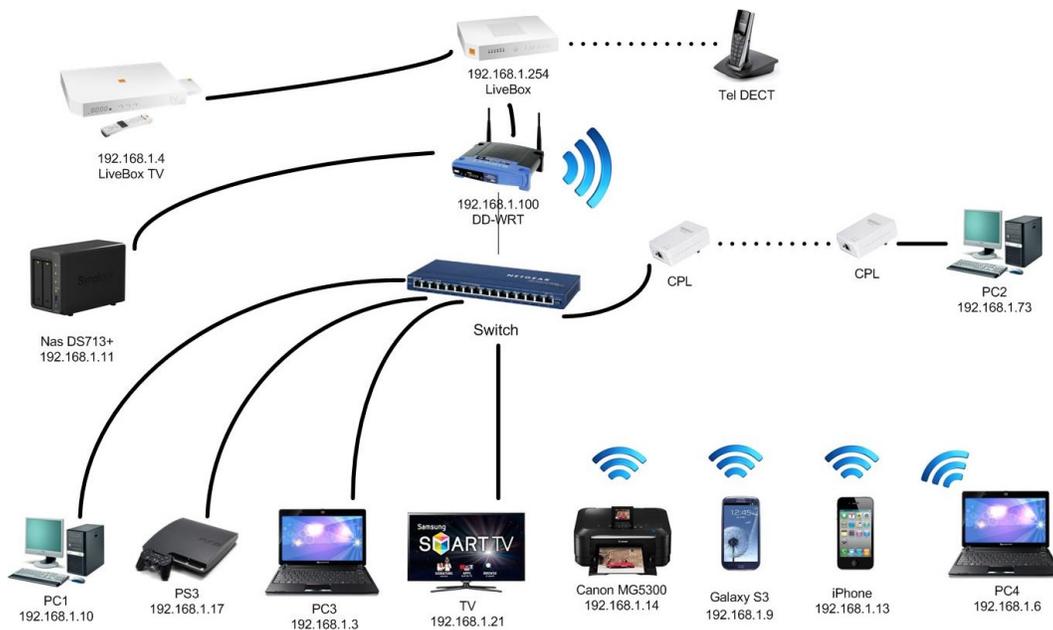


FIGURE 2 – Local Area Network

### 1.2.2 MAN

Un **MAN** (*Metropolitan Area Network*) ou réseau métropolitain est une association de réseaux locaux à l'échelle d'une même ville ou même agglomération.

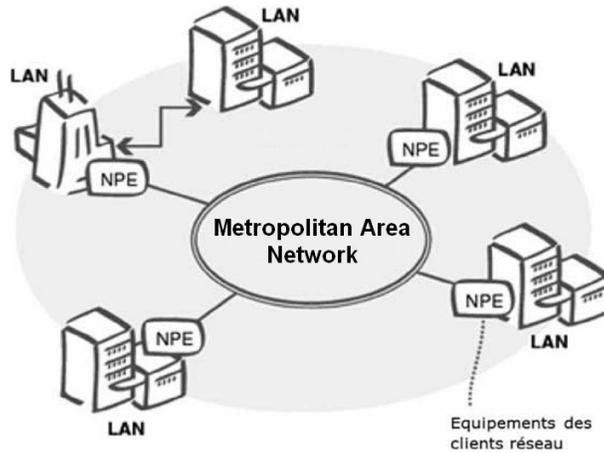


FIGURE 3 – Metropolitan Area Network

### 1.2.3 WAN

Un **WAN** (*Wide Area Network*) ou réseau longue distance, sert à relier des LAN et des MAN. Les réseaux WAN peuvent être situés dans un même pays ou au niveau mondial.

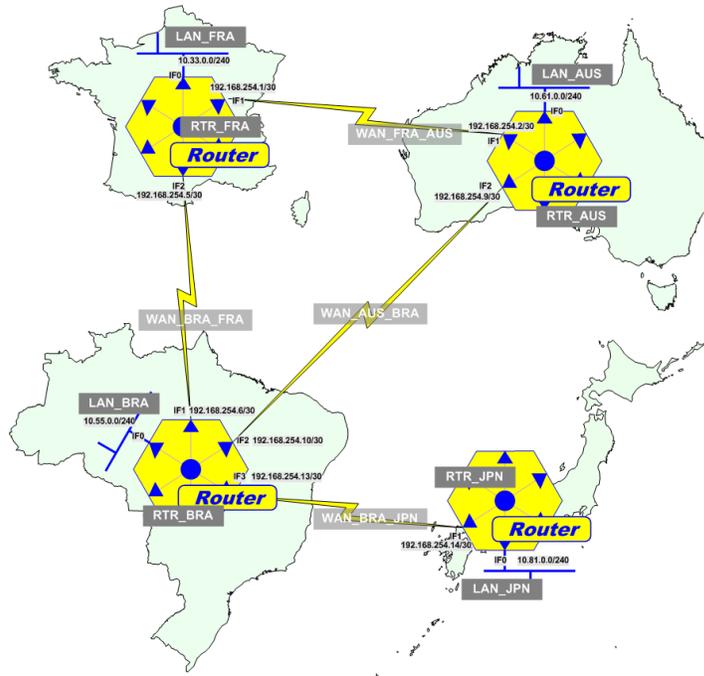


FIGURE 4 – Wide Area Network

### 1.2.4 Réseau poste à poste

Un **réseau poste à poste** permet à tous les ordinateurs du réseau de partager leurs données et leurs ressources. Chaque ordinateur contrôle ses propres informations et ses propres ressources. Le niveau de sécurité est minimal. Il n'y a pas d'ordinateur central pour contrôler le réseau.

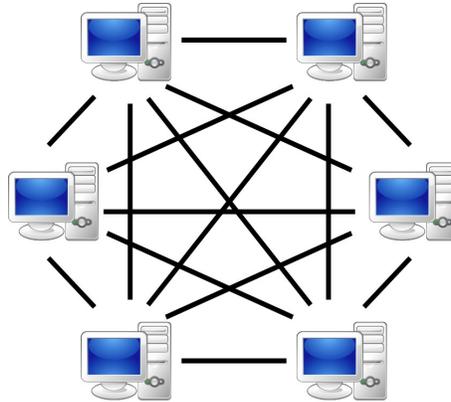


FIGURE 5 – Réseau poste-à-poste

### 1.2.5 Un réseau client-serveur

C'est un réseau qui utilise un **serveur central** pour délivrer des informations à d'autres ordinateurs appelés clients. Le **modèle client/serveur** est particulièrement recommandé pour des réseaux nécessitant un grand niveau de fiabilité.

Ses principaux atouts :

- des ressources **centralisées**,
- une meilleure **sécurité**,
- une administration au **niveau serveur**,
- un réseau **évolutif**.

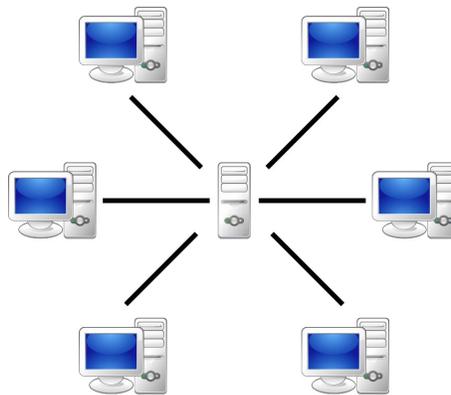


FIGURE 6 – Réseau poste-à-poste

## 2 Structure des réseaux

### 2.1 Topologie physique des réseaux locaux

La topologie définit la **structure du réseau**. La définition de la topologie comprend 2 parties :

- La **topologie physique**, représentant la disposition effective des câbles (média).

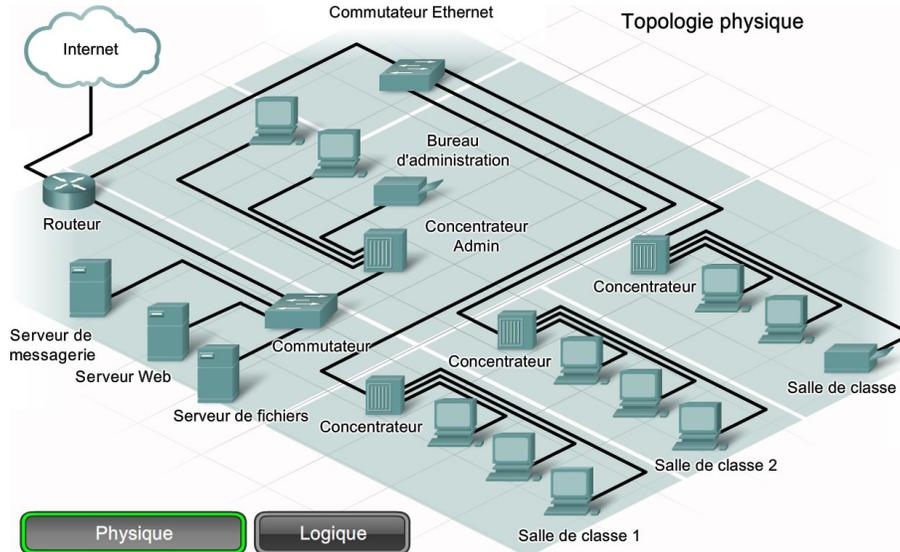


FIGURE 7 – Topologie Physique

- La **topologie logique**, précisant la façon dont les hôtes accèdent au média.

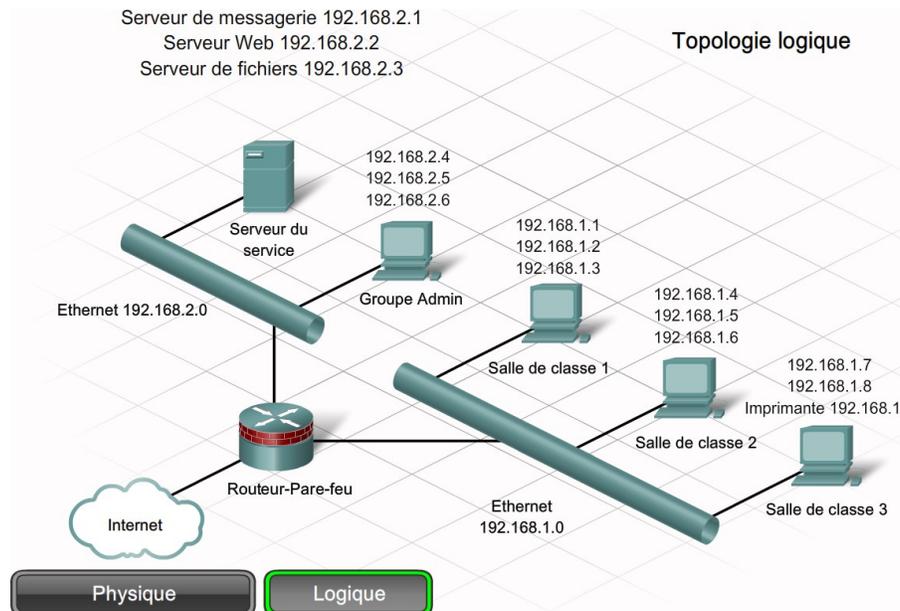


FIGURE 8 – Topologie Logique

Les topologies physiques couramment utilisées sont la topologie en **bus**, la topologie en **anneau**, la topologie en **étoile**.

### 2.1.1 Topologie en étoile

Les ordinateurs sont disposés en **étoile** et ils sont tous reliés à un **point central** (Switch ou hub). C'est la topologie la plus utilisée. Pour aller d'un ordinateur à l'autre, les informations doivent passer par le **point central**.

### 2.1.2 Topologie en bus

Tous les ordinateurs sont reliés à un **support commun**. Sur un réseau en bus, un seul ordinateur peut transférer les informations au même moment.

### 2.1.3 Topologie en anneau

Les ordinateurs sont disposés de telle sorte que l'ensemble constitue une **boucle fermée**. Lorsqu'un ordinateur reçoit les informations qui ne lui sont pas destinées, il les fait suivre à l'ordinateur situé juste après lui et ainsi de suite.

Il existe deux type de topologie en anneau

- Token Ring : topologie en anneau
- FDDI : topologie en double anneau

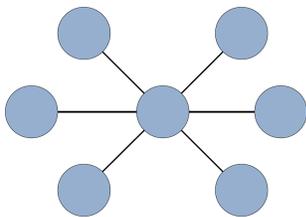


FIGURE 9 – Topologie étoile

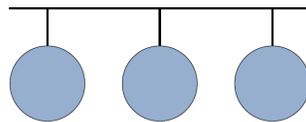


FIGURE 10 – Topologie bus

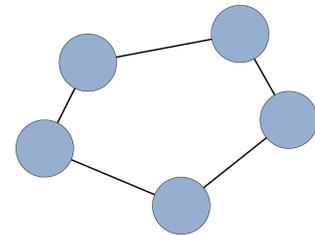


FIGURE 11 – Topologie anneau

### 2.1.4 Structure de réseau hybride

Une structure de réseau hybride est un mélange de différentes structures de réseau. Un réseau hybride peut par exemple reposer à la fois sur des structures en anneau, en étoile et en bus.

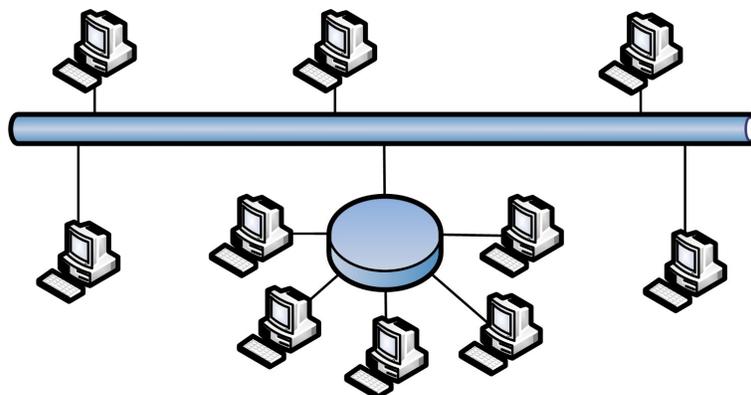


FIGURE 12 – Topologie hybride

## 2.2 Avantages et inconvénients

### 2.2.1 Étoile

#### Avantages

- Facilité d'ajout de stations
- Surveillance et gestion centralisée
- Une panne sur une station est sans incidence sur le reste du réseau.

#### Inconvénients

- Si le site central tombe en panne, tout le réseau est mis hors service

### 2.2.2 Bus

#### Avantages

- Économie de câble
- Mise en oeuvre facile
- Simple et fiable

#### Inconvénients

- Une coupure de câble affecte de nombreux utilisateurs.
- Problèmes difficiles à isoler.
- Ralentissement du trafic dans le cas de nombreuses stations.

### 2.2.3 Anneau

#### Avantages

- L'accès au réseau est équitable entre les stations
- Performances régulières, même avec un grand nombre de stations

#### Inconvénients

- Une panne sur un ordinateur peut affecter tout l'anneau
- La reconfiguration du réseau peut interrompre son fonctionnement

## 3 Les éléments d'un réseau LAN

### 3.1 Le concentrateur

Les **concentrateurs** (ou *hub*) sont des répéteurs multiports. Un répéteur classique possède généralement 2 ports et un concentrateur entre 4 et 24 ports. Chaque donnée qui arrive sur le port d'un Hub est *répétée* sur tous les autres ports.



FIGURE 13 – Répéteur RJ45



FIGURE 14 – Concentrateur HP J3295A

Tous les équipements connectés à un même segment du réseau sont membres du même domaine de collision. Une collision se produit lorsque plusieurs stations de travail envoient simultanément des données via les câbles du réseau.

Un concentrateur augmente le **domaine de collisions** : cela signifie que plus le nombre d'équipements reliés au hub est important, plus le risque de collisions est élevé. Dans ce cas, toutes les données sont altérées.

#### Concentrateurs en cascade

- **Hub sans port « uplink »** : Il est possible de connecter plusieurs hubs entre eux afin de concentrer un plus grand nombre de machines, on parle alors de connexions en cascade. Il faut connecter les hubs à l'aide d'un **câble croisé**.
- **Hub avec port « uplink »** : Aujourd'hui les concentrateurs sont, en général, dotés d'un port spécial appelé « port uplink » permettant d'utiliser un **câble droit** pour connecter 2 hubs entre eux.

La plupart des hubs sont capables de croiser ou de décroiser automatiquement leurs ports selon qu'il est relié à un hôte ou à un hub. (Ajustement automatique MDI/MDI-X)

Le hub travaille au niveau de la couche « physique » (Niveau 1 du modèle OSI)

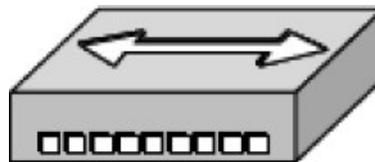


FIGURE 15 – Représentation d'un concentrateur dans un schéma de principe

## 3.2 Le commutateur

Le **commutateur** (ou *switch*) est un pont multiports. Le switch analyse les trames arrivant sur ses ports d'entrée, filtre les données et les dirige uniquement sur les ports concernés.



FIGURE 16 – Commutateur 48 ports HP2920

Les commutateurs peuvent accepter de nouvelles fonctionnalités comme les « réseaux virtuels ». Cela autorise de nombreux utilisateurs à communiquer en parallèle via l'utilisation de circuits virtuels et de segments réseau dédiés, dans un environnement exempt de toute collision. La bande passante disponible sur le média partagé s'en trouve optimisée.

Le commutateur LAN diminue les **domaines de collision** mais tous les hôtes qui y sont connectés continuent d'appartenir au même domaine de **broadcast**.

Le Switch travaille au niveau de la couche « liaison de données » (Niveau 2 du modèle OSI). Il inspecte les adresses MAC de source et de destination pour prendre la décision de l'aiguillage du paquet.



FIGURE 17 – Représentation d'un commutateur dans un schéma de principe

### 3.3 Le routeur

Le **routeur** est un appareil qui permet d'interconnecter des réseaux entre eux. Il a pour rôle de choisir le meilleur chemin pour transporter les paquets (données de couche 3), dans la direction appropriée.



FIGURE 18 – Routeur Cisco 891

Le routeur travaille au niveau de la couche « réseau » (Niveau 3 du modèle OSI). Il inspecte les adresses IP pour choisir la route la plus pertinente pour aiguiller les informations.



FIGURE 19 – Représentation d'un routeur dans un schéma de principe

**Remarque** Sur les grands réseaux, les routeurs sont les équipements de régulation du trafic les plus importants. Ils permettent à pratiquement n'importe quel type d'ordinateur de communiquer avec n'importe quel autre dans le monde. Les routeurs ne laissent pas passer les trames broadcast.

---

## 4 Adressage IP

### 4.1 Adressage d'une machine

Chaque hôte, (noeud d'un réseau TCP/IP impliqué dans le réseau) que ce soit une station de travail, un routeur ou un serveur, doit avoir une **adresse IP unique**. Cette adresse ne dépend pas du matériel utilisé pour relier les machines ensemble, c'est une **adresse logique** notée sous forme de : w.x.yz

Exemple :

- 212.217.0.12
- 193.49.148.60
- 87.34.53.12

### 4.2 Anatomie d'une adresse IP

1. Une **adresse IP** est un **nombre de 32 bits** (8 bits = 1 octet donc 32 bits = 4 octets).

On trouve souvent cette adresse avec des valeurs décimales. On appelle cette notation le « décimal pointé ». Mais il est possible de l'écrire sous forme binaire (c'est même parfois indispensable !).

Exemple : L'adresse *212.217.0.1* correspond à la notation binaire :

212 . 217 . 0 . 1  
1101 0100 . 1101 1001 . 0000 0000 . 0000 0001

2. Chaque nombre est compris entre 0 et 255, soit en binaire entre *00000000* et *11111111*
3. Toute adresse IP est composée de deux parties distinctes :
  - Une partie nommée **Identificateur du réseau** (*Net-ID*) située à gauche, elle désigne le réseau contenant les ordinateurs.
  - Une autre partie nommée **Identificateur de l'hôte** (*Host-ID*) située à droite et désignant les ordinateurs de ce réseau.
4. Pour savoir où se situe la limite entre **Net-ID** et **Host-ID**, il faut connaître le masque de sous-réseau.

**Deux adresses particulières** Parmi les adresses possibles, deux sont spécifiques et ne doivent pas être utilisées par des machines :

- Tous les bits de la partie **Host-ID** sont à **0** : C'est l'adresse du réseau.

192 . 168 . 10 . 0  
1100 0000 . 1010 1000 . 0000 1010 . 0000 0000

- Tous les bits de la partie **Host-ID** sont à **1** : C'est l'adresse de diffusion (broadcast) utilisée pour communiquer avec toutes les machines du réseau.

192 . 168 . 10 . 255  
1100 0000 . 1010 1000 . 0000 1010 . 1111 1111

**Adresses non utilisées** Certaines adresses réseaux ne sont pas utilisées pour adresser des machines. Il s'agit des réseaux :

- **0.x.x.x** : La première adresse 0.0.0.0 désigne les réseaux inconnus.
- **127.x.x.x** : Ce réseau désigne l'ordinateur lui-même (localhost = 127.0.0.1). Cette adresse est dite de bouclage. Elle permet notamment d'effectuer des tests.

### 4.3 Classes d'adresses IP

Les réseaux TCP/IP se divisent en **trois grandes classes** qui ont des tailles prédéfinies, ces 3 classes de réseau sont notées A, B et C et se différencient par le nombre d'octets désignant le réseau.

**Classe A** Les adresses de classe A ont une *partie réseau* sur 8 bits, et une **partie hôte** sur 24 bits. Leur bit de poids le plus fort est 0, ce qui permet de les distinguer des autres classes.

<i>Net-ID</i>	<b>Host-ID</b>
0xxx xxxx	xxxx xxxx    xxxx xxxx    xxxx xxxx

Première adresse IP	<b>1.0.0.1</b>
Dernière adresse IP	<b>126.255.255.254</b>
Nombre de bits pour les réseaux	$8 - 1 = 7$
Nombre de réseaux possibles	$2^7 - 2 = 126$ (0.x.x.x et 127.x.x.x interdit)
Nombre de bits pour les stations	24
Nombre de stations possibles	$2^{24} - 2 = 16\,777\,214$

**Classe B** Les adresses de classe B ont une *partie réseau* sur 16 bits, et une **partie hôte** sur 16 bits. Leurs 2 bits de poids le plus forts est 10, ce qui permet de les distinguer des autres classes.

<i>Net-ID</i>	<b>Host-ID</b>
10xx xxxx    xxxx xxxx	xxxx xxxx    xxxx xxxx

Première adresse IP	<b>128.0.0.1</b>
Dernière adresse IP	<b>191.255.255.254</b>
Nombre de bits pour les réseaux	$16 - 2 = 14$
Nombre de réseaux possibles	$2^{14} = 16\,384$
Nombre de bits pour les stations	16
Nombre de stations possibles	$2^{16} - 2 = 65\,534$



## 4.4 IP publique, IP privée

Le schéma ci-dessous présente un réseau local relié à Internet par un routeur. Ce routeur possède deux adresses IP :

- Une **IP publique**, achetée ou fournie par le FAI.
- Une **IP privée**, librement paramétrée par l'administrateur du réseau local.

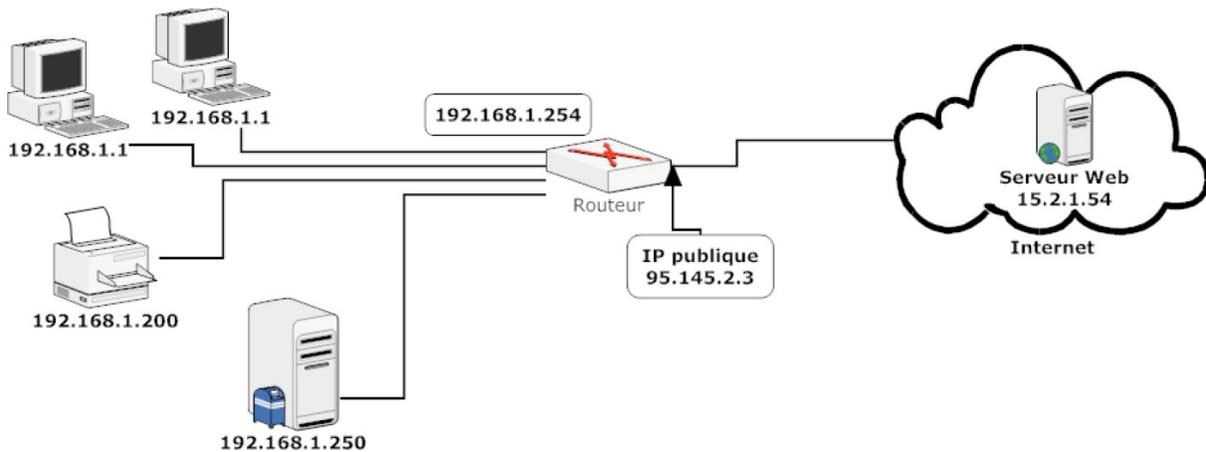


FIGURE 20 – Un réseau local connecté à internet par le biais d'un routeur

L'organisme gérant l'espace d'adressage public (adresses IP routables) est l'**Internet Assigned Number Authority (IANA)**.

La RFC 1918 définit un **espace d'adressage privé** permettant à toute organisation d'attribuer des adresses IP aux machines de son réseau interne sans risque d'entrer en conflit avec une adresse IP publique allouée par l'IANA.

Ces adresses IP, dites **non-routables (sur Internet)**, correspondent aux plages d'adresses suivantes :

Classe A	10.0.0.0 à 10.255.255.255
Classe B	172.16.0.0 à 172.31.255.255
Classe C	192.168.0.0 à 192.168.255.255

**En résumé** Les adresses publiques sont utilisées sur Internet (et sont donc uniques) alors que les adresses privées ne peuvent circuler sur Internet. Un modem-routeur connecté à Internet possède donc une **IP privée** (côté LAN) et un **IP publique** (côté WAN).

## 4.5 Masque de réseau

Pour que le réseau Internet puisse **router** (ou *acheminer*) les paquets de données, il faut qu'il connaisse l'adresse du réseau de destination. Pour déterminer cette adresse réseau à partir de l'adresse IP de destination, on utilise **le masque de sous-réseau**.

**Masque de sous-réseau par défaut** A chaque classe d'adresses est associé un masque de sous-réseau par défaut, ou *netmask*, qui est constitué de **32 bits**. Le tableau suivant fournit les différents masques pour les trois classes traditionnelles.

Classe A	1111 1111.0000 0000.0000 0000 0000	255.0.0.0
Classe B	1111 1111.1111 1111.0000 0000.0000 0000	255.255.0.0
Classe C	1111 1111.1111 1111.1111 1111.0000 0000	255.255.255.0

Un « **ET** » **logique (bit-à-bit)** appliqué entre le masque de sous-réseau et l'adresse IP permet d'obtenir l'adresse d'un réseau correspondant.

Adresse IP	193	252	19	3
	1100 0001	1111 1100	0001 0011	0000 0011
Masque de sous-réseau	255	255	255	0
	1111 1111	1111 1111	1111 1111	0000 0000
Adresse du réseau	193	252	19	0
	1100 0001	1111 1100	00010011	0000 0000

Ainsi, à l'aide du masque de réseau, on peut donc définir, pour toute adresse IP :

- L'**adresse réseau** associée (dans notre exemple : 193.252.19.0),
- La **partie hôte** associée (dans notre exemple : 3),
- L'**adresse de diffusion** (*adresse de broadcast*) associée qui désigne tous les hôtes de ce réseau (dans notre exemple : 193.252.19.255).

Il existe dans les réseaux, trois types d'adresses :

- Les adresses **locales** (ex. 192.168.0.1) : Je parle directement à quelqu'un (*unicast*).
- Les adresses de **broadcast** (ex. 192.168.0.255) : Je parle à tout le monde (*broadcast*).
- Les adresses de **multicast** (ex. 225.0.0.1) : Je parle à un groupe restreint (*multicast*).

## 4.6 Notation CIDR : Classless Inter-Domain Routing

**Notation** La notation **CIDR** (*Classless Inter-Domain Routing*) est historiquement introduite après la notion de classe d'adresse IP. Elle s'inscrit dans une intention d'outrepasser la limite implicitement fixée par la notion de classe en termes de plages d'adresses disponibles dans les réseaux IPv4.

La notation initiale **non-CIDR** considère pour un réseau donné le couple formé par l'adresse et le masque dudit réseau (ex : 192.168.10.0 et 255.255.255.0).

En notation **CIDR**, une forme d'adressage équivalente est construite (ou obtenue, si l'on part de l'adresse en notation initiale non-CIDR) par l'association de l'**adresse du réseau** (à l'instar de la notation initiale) et de **la longueur du préfixe binaire** déterminant ledit réseau. Le préfixe binaire de la notation CIDR correspond au **nombre des premiers bits à 1** dans la forme binaire du masque du réseau de la notation initiale non CIDR.

En adressage IPv4, cela se concrétise par une forme décimale de 4 octets suivie d'un entier compris entre 0 et 32. En pratique, cette plage peut s'étendre de 1 à 31 afin de permettre un adressage des hôtes (Host-ID).

Exemples :

- On considère le réseau d'adresse (décimale) **150.89.0.0** et de masque (décimale) **255.255.0.0** en notation initiale non-CIDR. Ledit masque comporte 16 bits à 1 ; ces 16 bits sont les 16 premiers bits du masque. En notation CIDR, ce réseau est identifié par la forme décimale suivante : **150.89.0.0/16**.
- De la même manière, le réseau d'adresse (décimale) **200.89.67.0** et de masque (décimale) **255.255.255.0** pourra être identifié par la notation CIDR **200.89.67.0/24**.
- Pour un réseau d'adresse (décimale) **192.168.144.0** et de masque (décimale) **255.255.240.0**, la notation CIDR sera **192.168.144.0/20**.



FIGURE 21 – L'adresse du réseau 171.142.80.0/20 et sous masque de sous-réseau

**Exemple d'utilisation** On considère le réseau d'adresse **134.214.0.0** et de masque **255.255.0.0**. On veut découper ce réseau en **8 sous-réseaux**. Pour chaque sous-réseau, on veut obtenir le masque et l'adresse.

**Calcul du masque** On veut découper le réseau en 8. Or  $8 = 2^3$ . En conséquence, le masque de chaque sous-réseau est obtenu en **ajoutant 3 bits à 1 au masque initial**. L'ancien masque **255.255.0.0** comprend 16 bits à 1 suivis de 16 bits à 0. Le nouveau masque comprendra donc  $16 + 3 = 19$  bits à 1 suivis de 13 bits à 0. Il correspond à **255.255.224.0**.

**Calcul du Net-ID de chaque sous réseau** Le Net-ID de chaque sous-réseau sera constitué de 19 bits :

- Les **16 premiers bits** seront ceux de l'écriture binaire du préfixe d'adresse **134.214** ;
- Les **3 bits** suivants seront constitués du numéro du sous-réseau : **000** (0), **001** (1), **010** (2), **011** (3), **100** (4), **101** (5), **110** (6) ou **111** (7).

**Calcul de l'adresse de chaque sous-réseau** Pour obtenir l'adresse réseau, tous les bits du Host-ID sont positionnés à 0. On obtient donc comme adresse pour chaque sous-réseau :

<b>134.214.(000 00000).0</b>	soit	134.214.0.0
<b>134.214.(001 00000).0</b>	soit	134.214.32.0
<b>134.214.(010 00000).0</b>	soit	134.214.64.0
<b>134.214.(011 00000).0</b>	soit	134.214.96.0
<b>134.214.(100 00000).0</b>	soit	134.214.128.0
<b>134.214.(101 00000).0</b>	soit	134.214.160.0
<b>134.214.(110 00000).0</b>	soit	134.214.192.0
<b>134.214.(111 00000).0</b>	soit	134.214.224.0

**Obtention des adresses de broadcast** Pour obtenir l'adresse de broadcast, on met à 1 tous les bits du Host-ID. Les adresses de broadcast sont donc :

<b>134.214.(000 11111).255</b>	soit	134.214.31.255
<b>134.214.(001 11111).255</b>	soit	134.214.63.255
<b>134.214.(010 11111).255</b>	soit	134.214.95.255
<b>134.214.(011 11111).255</b>	soit	134.214.127.255
<b>134.214.(100 11111).255</b>	soit	134.214.159.255
<b>134.214.(101 11111).255</b>	soit	134.214.191.255
<b>134.214.(110 11111).255</b>	soit	134.214.223.255
<b>134.214.(111 11111).255</b>	soit	134.214.255.255

**Table des figures**

1	Réseau domestique . . . . .	3
2	Local Area Network . . . . .	3
3	Metropolitan Area Network . . . . .	4
4	Wide Area Network . . . . .	4
5	Réseau poste-à-poste . . . . .	5
6	Réseau poste-à-poste . . . . .	5
7	Topologie Physique . . . . .	6
8	Topologie Logique . . . . .	6
9	Topologie étoile . . . . .	7
10	Topologie bus . . . . .	7
11	Topologie anneau . . . . .	7
12	Topologie hybride . . . . .	7
13	Répéteur RJ45 . . . . .	9
14	Concentrateur HP J3295A . . . . .	9
15	Représentation d'un concentrateur dans un schéma de principe . . . . .	9
16	Commutateur 48 ports HP2920 . . . . .	10
17	Représentation d'un commutateur dans un schéma de principe . . . . .	10
18	Routeur Cisco 891 . . . . .	11
19	Représentation d'un routeur dans un schéma de principe . . . . .	11
20	Un réseau local connecté à internet par le biais d'un routeur . . . . .	15
21	L'adresse du réseau 171.142.80.0/20 et sous masque de sous-réseau . . . . .	17