Réseaux

Infrastructures, adresses et acheminement des données

Remarque 1 (Objectifs). À l'issue de ce chapitre, vous saurez :

- expliquer ce qu'est un réseau informatique et citer les principaux types par échelle (PAN, LAN, MAN, WAN, Internet) ;
- définir une adresse IP (IPv4) et la distinguer d'une adresse MAC ;
- comprendre et utiliser un masque de sous-réseau en notation CIDR ;
- déterminer si deux machines appartiennent au même réseau local ;
- découper un grand réseau en sous-réseaux ;
- distinguer le rôle d'un routeur et d'un switch.

1 Qu'est-ce qu'un réseau ?

Définition 1 (Réseau informatique) Un **réseau informatique** est un ensemble de machines (ordinateurs, smartphones, objets connectés…) reliées entre elles dans le but de **communiquer** et **partager des ressources**.

Pour communiquer, les machines doivent :

- être connectées entre elles (câble, Wi-Fi, fibre…) ;
- parler la **même langue** : c'est ce qu'on appelle un **protocole**.

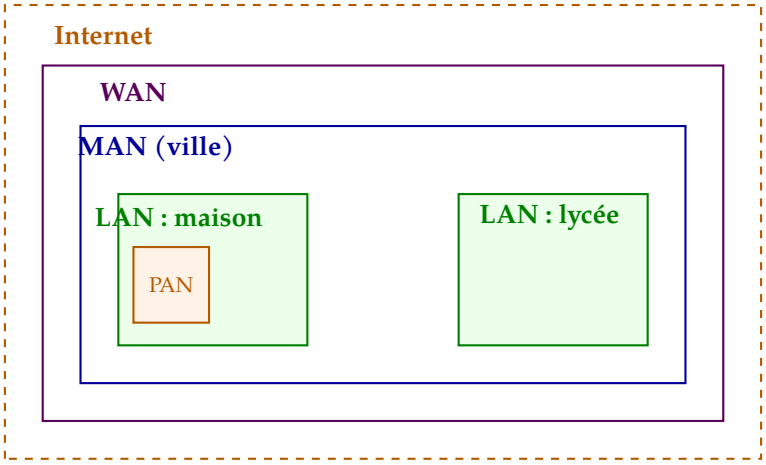
Pourquoi des réseaux ? Partager des fichiers, des imprimantes, une connexion Internet ; communiquer (e-mails, messages, appels, visios) ; accéder à des services en ligne (web, streaming, jeux, cloud) ; travailler à distance.

2 Les types de réseaux par échelle

On classe les réseaux selon leur portée géographique :

Sigle	Échelle	Exemple
PAN	Personnel (quelques mètres)	Bluetooth, NFC
LAN	Local (un bâtiment)	Wi-Fi de la maison, du lycée
MAN	Métropolitain (une ville)	Réseau d'une université
WAN	Étendu (pays, continent)	Réseau d'un opérateur
Internet	Mondial	Le réseau global

Ces réseaux **s'emboîtent** : un PAN dans un LAN, plusieurs LAN dans un MAN, plusieurs MAN dans un WAN, et l'ensemble forme Internet.



Propriété 1 **(Internet)** **Internet** est le réseau mondial, formé par l'interconnexion de millions de réseaux indépendants qui se sont accordés pour parler la même langue : les protocoles **TCP/IP**. Le mot Internet vient d'*Inter-network* : un *inter-réseau*.

3 Les adresses IP

3.1 À quoi sert une adresse IP ?

Définition 2 **(Adresse IP)** Une **adresse IP** est un identifiant numérique unique attribué à chaque machine connectée à un réseau. Elle joue le rôle d'une **adresse postale** : c'est elle qui permet de router les données jusqu'à la bonne machine.

3.2 IPv4 : 32 bits en notation pointée

Une adresse IPv4 est codée sur **32 bits**, regroupés en quatre **octets** (4×8 bits) séparés par des points.



Chaque octet va de 0 à 255. Le nombre total d'adresses IPv4 possibles est donc $2^{32} \approx 4{,}3$ milliards.

3.3 IPv6

Quatre milliards d'adresses, c'est insuffisant pour tous les appareils connectés du monde. Une nouvelle version a été créée : **IPv6**, sur **128 bits**.

Exemple 1. `2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334`
Soit $2^{128} \approx 3{,}4 \times 10^{38}$ adresses possibles.

En Première NSI, on travaille essentiellement avec IPv4. IPv6 est mentionné pour culture générale.

3.4 Adresses publiques et adresses privées

— **Adresse publique** : unique au monde, attribuée par votre fournisseur d'accès à Internet (FAI). C'est elle qu'Internet voit.

— **Adresse privée** : utilisée à l'intérieur d'un réseau local (LAN). Plusieurs LAN dans le monde peuvent réutiliser les mêmes plages privées.

Remarque 2 (Plages privées à connaître). `10.0.0.0/8`, `172.16.0.0/12`, `192.168.0.0/16`.
Votre box Wi-Fi de salon attribue presque toujours des adresses commençant par `192.168.`... : c'est privé.

3.5 L'adresse MAC

Définition 3 **(Adresse MAC)** Une **adresse MAC** (*Media Access Control*) est l'identifiant **physique** unique d'une carte réseau, attribué par le constructeur. Elle est codée sur **48 bits**, notée en hexadécimal.

Note. Depuis 2019-2020, les smartphones utilisent par défaut une **adresse MAC aléatoire**, différente pour chaque réseau Wi-Fi, afin d'empêcher qu'un appareil soit pisté d'un lieu à l'autre ; la plupart des ordinateurs proposent la même possibilité, souvent désactivée par défaut. L'adresse attribuée par le constructeur reste inscrite dans la carte, mais ce n'est pas forcément celle que le réseau voit.

Exemple 2. `4C:ED:FB:A2:33:7E`

Propriété 2 **(IP versus MAC)** L'adresse **IP** peut changer (selon le réseau auquel on se connecte), l'adresse **MAC** d'origine ne dépend pas du réseau (voir la note sur les adresses aléatoires).

Image utile : l'IP est comme votre adresse postale (elle dépend de l'endroit où vous habitez), la MAC est comme votre numéro de carte d'identité (elle vous suit partout).

4 Masque de sous-réseau et CIDR

4.1 Une IP est en deux parties

Toute adresse IP se découpe en deux parties :

— la partie **réseau** : commune à toutes les machines du même LAN ;

— la partie **hôte** : propre à chaque machine.

Remarque 3 (Analogie postale). Dans « 12 rue de la Paix, 75002 Paris » :
— *75002 Paris* joue le rôle de la **partie réseau** (ce code postal et cette ville sont communs à tous les habitants du quartier) ;
— *12 rue de la Paix* joue le rôle de la **partie hôte** (c'est cette partie de l'adresse qui identifie un habitant précis dans le quartier).

4.2 Le masque de sous-réseau

Définition 4 **(Masque de sous-réseau)** Le **masque de sous-réseau** est un nombre de 32 bits qui indique combien de bits de l'adresse IP servent à identifier le réseau. Les bits du masque à `1` correspondent à la partie réseau, ceux à `0` à la partie hôte.

Exemple 3 (IP 192.168.1.42 avec masque /24).

	Décimal	Binaire
Adresse IP	`192.168.1.42`	`11000000.10101000.00000001.00101010`
Masque `/24`	`255.255.255.0`	`11111111.11111111.11111111.00000000`

Les 24 bits à `1` du masque (les trois premiers octets) désignent la partie réseau de l'adresse, les 8 bits à `0` (le dernier octet) la partie hôte.

4.3 La notation CIDR

Plutôt que d'écrire un masque entier, on utilise la notation **CIDR** : on ajoute `/n` à l'adresse IP, où `n` est le nombre de bits du masque à `1`.

Notation CIDR	Masque équivalent	Nb d'hôtes
`/8`	`255.0.0.0`	environ 16 millions
`/16`	`255.255.0.0`	environ 65 000
`/24`	`255.255.255.0`	254
`/30`	`255.255.255.252`	2

Propriété 3 **(Adresses réservées)** Dans chaque réseau, deux adresses ne peuvent pas être attribuées à une machine. Celle dont la partie hôte ne contient que des `0` désigne le réseau lui-même : c'est l'**adresse réseau**, dont le calcul est détaillé plus bas. Celle dont la partie hôte ne contient que des `1` est l'**adresse de diffusion** (en anglais *broadcast*) : un message envoyé à cette adresse parvient à toutes les machines du réseau. Avec un masque `/n`, la partie hôte compte $32 - n$ bits ; il reste donc $2^{32-n} - 2$ adresses pour les machines, par exemple $2^8 - 2 = 254$ pour un masque `/24`.

Exemple : `192.168.1.42/24` signifie « l'adresse `192.168.1.42` dans le réseau `192.168.1.0/24` ».

4.4 Trouver l'adresse réseau

Propriété 4 **(Méthode)** L'**adresse réseau** s'obtient en faisant un **ET logique bit à bit** entre l'adresse IP et son masque.

Exemple 4 (Adresse réseau de 192.168.1.42/24).

	Binaire	Décimal
Adresse IP	`11000000.10101000.00000001.00101010`	`192.168.1.42`
Masque	`11111111.11111111.11111111.00000000`	`255.255.255.0`
Réseau (IP ET masque)	`11000000.10101000.00000001.00000000`	`192.168.1.0`

L'adresse réseau est `192.168.1.0/24`.

4.5 Test : même réseau ou pas ?

Propriété 5 **(Règle d'appartenance)** Deux machines sont sur le **même réseau local** si et seulement si elles ont la **même adresse réseau** (même masque, même partie réseau).

Sur le LAN `192.168.1.0/24` :

— `192.168.1.42` et `192.168.1.99` : même réseau, communication directe ;

— `192.168.1.42` et `192.168.2.10` : réseaux différents, passage obligé par un routeur.

4.6 Découper un grand réseau en sous-réseaux

Dans un établissement, on ne met pas tout le monde dans le même réseau : on **découpe**. Cela permet d'**organiser**, de **sécuriser** et de mieux **contrôler** les accès.

Exemple concret. Le lycée dispose du réseau `172.18.0.0/22` (masque `255.255.252.0`), soit **1024 adresses** de `172.18.0.0` à `172.18.3.255`. On le découpe en **4 sous-réseaux /24** (256 adresses chacun) :

Sous-réseau	Usage	Adresses disponibles
`172.18.0.0/24`	Postes des élèves	`172.18.0.1` à `172.18.0.254`
`172.18.1.0/24`	Enseignants et administration	`172.18.1.1` à `172.18.1.254`
`172.18.2.0/24`	Imprimantes et bornes Wi-Fi	`172.18.2.1` à `172.18.2.254`
`172.18.3.0/24`	Serveurs (ENT, fichiers)	`172.18.3.1` à `172.18.3.254`

Pourquoi exactement 4 ? Parce qu'on passe d'un masque `/22` à un masque `/24` : il y a $2^{24-22} = 4$ sous-réseaux possibles.

Remarque 4 (Pourquoi découper ?).

— **Organisation** : en lisant l'IP, on sait immédiatement à quoi sert la machine.
— **Sécurité** : le routeur peut filtrer les communications entre sous-réseaux.
— **Performance** : un message envoyé à l'adresse de diffusion d'un sous-réseau ne parvient qu'aux machines de ce sous-réseau, ce qui évite la saturation.
— **Évolutivité** : on peut ajouter facilement un nouveau sous-réseau sans tout reconfigurer.

⑤ Routage : le voyage d'un paquet

5.1 Switch ou routeur ?

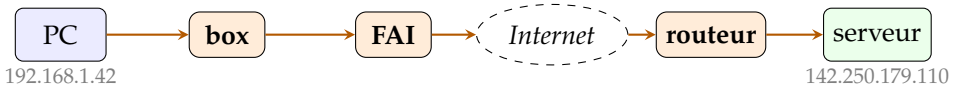
Définition 5 **(Switch (commutateur))** Relie les machines d'un **même réseau local**. Travaille avec les adresses MAC. Ne sait rien d'Internet.

Définition 6 **(Routeur)** Relie **plusieurs réseaux** entre eux. Travaille avec les adresses IP. C'est lui qui décide par où faire passer un paquet pour qu'il atteigne sa destination.

La box Internet de la maison fait les deux à la fois : routeur (vers Internet) et switch (entre vos appareils).

5.2 Le voyage d'un paquet

Un paquet IP saute de routeur en routeur jusqu'à sa destination :



À chaque saut, le routeur consulte sa **table de routage** pour choisir la sortie suivante. Le nombre de routeurs traversés s'appelle le nombre de **sauts** (*hops*) ; la commande `traceroute` permet de les afficher.

⑥ Synthèse

Propriété 6 **(À retenir)**

- Un **réseau** relie des machines qui communiquent grâce à des **protocoles**. **Internet** est le réseau mondial formé par interconnexion de millions de réseaux.
- On classe les réseaux par échelle : **PAN, LAN, MAN, WAN, Internet**.
- Une **adresse IP** (32 bits en IPv4) identifie une machine sur un réseau. Une **adresse MAC** (48 bits) identifie physiquement une carte réseau.
- Le **masque de sous-réseau** (notation **CIDR** `/n`) sépare la partie réseau de la partie hôte. On peut découper un grand réseau en plusieurs sous-réseaux pour mieux l'organiser.
- Un **switch** relie les machines d'un même réseau (adresses MAC), un **routeur** interconnecte plusieurs réseaux (adresses IP). Un paquet IP saute de routeur en routeur.