

## Chapitre III: Ethernet et réseaux étendus

### 1. Ethernet

#### **Définition**

Ethernet est une technologie pour les réseaux de données câblés qui connecte les logiciels et/ou les éléments matériels entre eux. Cela se fait généralement via des câbles LAN, c'est pourquoi Ethernet est souvent appelé technologie LAN. Ethernet permet ainsi l'échange de données entre terminaux. Il peut s'agir d'ordinateurs, d'imprimantes, de serveurs, de distributeurs, etc. Lorsqu'ils sont combinés dans un réseau local, ces appareils établissent des connexions via le protocole Ethernet et peuvent échanger entre eux des paquets de données. Le protocole actuel et le plus largement utilisé est IEEE 802.3.

#### **L'histoire d'Ethernet**

Ethernet a été développé au début des années 1970, mais le système réseau a d'abord été utilisé en interne chez Xerox. Ce n'est qu'au début des années 1980 qu'Ethernet est devenu un produit standardisé. Cependant, ce n'est qu'au milieu de la décennie qu'Ethernet a été largement utilisé, lorsque plusieurs fabricants ont commencé à travailler avec Ethernet et des produits connexes. La technologie a largement contribué à la révolution de l'ordinateur personnel dans le monde du travail. La norme IEEE 802.3 est largement utilisée aujourd'hui dans les bureaux, les foyers, les conteneurs et les transporteurs.

Alors que la première version de la technologie n'était rapide qu'à 3 mégabits par seconde, les protocoles Ethernet permettent aujourd'hui des vitesses allant jusqu'à 1 000 mégabits par seconde. Dans le passé, les réseaux Ethernet étaient limités à un seul bâtiment, aujourd'hui Ethernet peut couvrir jusqu'à 10 kilomètres via la fibre optique. Au cours de son développement, Ethernet a pris une place prépondérante parmi les technologies LAN et a surpassé de nombreux concurrents. De plus, l'Ethernet en temps réel est maintenant la norme de l'industrie pour les applications de communication.

## Fonctionnement d'Ethernet

Chaque appareil d'un réseau Ethernet dispose de sa propre adresse MAC (48 bits). Les membres de ce réseau partagé peuvent transmettre des messages à haute fréquence. Ethernet utilise des techniques de bande de base et de multiplexage. L'algorithme CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) est utilisé pour communiquer entre eux. La topologie réseau d'Ethernet est logique, de sorte que la structure peut être implémentée en bus ou en étoile par exemple.

Le protocole Ethernet réalise les fonctions de la couche physique (couche 1 du modèle OSI) et de la sous-couche contrôle d'accès au support (MAC, Media Access Control). Il est possible d'ajouter des protocoles supplémentaires en les encapsulant dans la trame Ethernet. Par exemple, quand elle est implémentée, la sous-couche contrôle de la liaison logique (LLC, Logical Link Control).

## Topologie et collisions

**Topologie initiale :** Ethernet est initialement fondé sur le principe de membres (ou pairs) connectés sur le réseau et recevant tous les messages transmis à l'intérieur d'un fil ou d'un canal commun. Ainsi, Ethernet est conçu à l'origine pour une topologie physique et logique en bus : tous les signaux émis sont reçus par l'ensemble des machines connectées. On parle de réseau de type diffusion (broadcast).

Chaque pair est identifié par une adresse MAC unique, pour s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet aient des identifiants distincts sans avoir besoin de configuration préalable.

Cependant, les pairs ne sont pas synchronisés, il peut donc y avoir des situations où plusieurs trames sont reçues en même temps, d'autant plus fréquemment qu'il y a de pairs. On parle alors de collision de trames.

## Gestion des collisions

Une technologie connue sous le nom de CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision) régit la façon dont les postes accèdent au médium. Au départ développée durant les années 1960 pour ALOHAnet à Hawaï en utilisant des signaux radio, la technologie est relativement simple

comparée à Token Ring ou aux réseaux contrôlés par un maître. Lorsqu'un pair veut envoyer de l'information, il obéit à l'algorithme suivant :

**Procédure principale :**

1. Trame prête à être transmise.
2. Si le médium n'est pas libre, attendre jusqu'à ce qu'il le devienne puis attendre la durée inter-trame (9,6  $\mu$ s pour l'Ethernet 10 Mbit/s) et démarrer la transmission.
3. Si une collision est détectée, lancer la procédure de gestion des collisions en émettant un signal de collision appelé jam signal (une séquence de 4 à 6 octets)<sup>29</sup>. Sinon, la transmission est réussie.

**Procédure de gestion des collisions :**

1. Continuer la transmission à hauteur de la durée d'une trame de taille minimale (64 octets) pour s'assurer que toutes les stations détectent la collision.
2. Si le nombre maximal de transmissions (16) est atteint, annuler la transmission.
3. Attendre un temps aléatoire dépendant du nombre de tentatives de transmission.
4. Reprendre la procédure principale.

Pour résoudre les problèmes liés aux collisions, les commutateurs (switchs) ont été développés afin de maximiser la bande passante disponible. Les premiers commutateurs commerciaux voient le jour en 1989. Un commutateur est une sorte de pont multiport, chaque lien point à point entre un hôte et le commutateur étant alors un segment avec son propre domaine de collision. Dans ce cas, les caractéristiques d'Ethernet changent nettement<sup>32</sup> :

- la topologie physique n'est plus en bus mais en étoile (comme avec les hubs) ;
- la topologie logique n'est plus celle d'un bus (médium partagé), mais est également en étoile : les communications entre deux pairs donnés sont isolées (contrairement aux hubs et aux bus coaxiaux Ethernet), ce qui augmente clairement les capacités de transmission globales du réseau. Chaque paire hôte1/hôte2 communique ensemble par une sorte de lien point à point<sup>32</sup> virtuel établi par le commutateur ;
- les communications peuvent se faire en full-duplex (émission et réception simultanées) et il n'y a plus de collision. Pour ce faire CSMA/CD est désactivé (en mode CSMA/CD

l'émetteur écoute ce qu'il émet, et si quelqu'un parle en même temps que l'émetteur il y a collision, ce qui est incompatible avec le mode full-duplex) ;

- les distances maximales ne sont plus contraintes par la vitesse de propagation (il n'y a plus de collision à détecter) mais uniquement par l'atténuation des signaux dans les câbles.

## Trames Ethernet

Une trame Ethernet est un message écrit en système binaire, avec des bits pouvant prendre 0 ou 1 comme valeur. Afin de limiter la taille de l'affichage, on choisit parfois de grouper ces bits en octets et de les représenter sous forme hexadécimale.

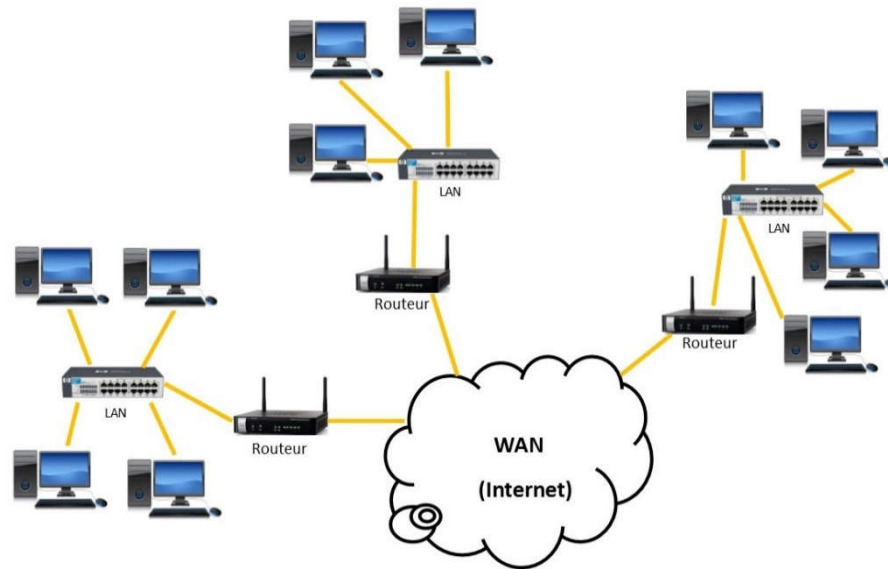
Couche OSI	Préambule	Délimiteur de début de trame (SFD)	Adresse MAC destination	Adresse MAC source	Tag 802.1Q (optionnel)	Ethertype (Ethernet II) ou longueur (IEEE 802.3)	LLC/SNAP (si 802.2) + Charge utile	Séquence de vérification de trame (FCS)	Délai inter-paquet (IPG)
	7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	(4 octets)	2 octets	46 à 1 500 octets	4 octets	12 octets
Couche 2: trame Ethernet	← 64 à 1 522 octets →								
Couche 1: paquet Ethernet & IPG	← 72 à 1 530 octets →								← 12 octets →

Fig : Structure d'un paquet et d'une trame Ethernet typique

La trame est précédée d'un préambule et d'un délimiteur de début de trame (SFD, Start Frame Delimiter), qui font partie du paquet Ethernet à la couche physique. Le préambule est un motif de 0 et de 1 en alternance, avec les deux derniers bits valant 1, qui permet aux équipements de réseau de synchroniser leurs horloges au bit près. Le champ SFD, qui suit immédiatement le préambule, est un octet de valeur 0xD5, qui marque le début de la trame, donc qui délimite les octets. Chaque trame Ethernet débute par un entête, qui contient les adresses MAC de destination et de source dans ses deux premiers champs. L'entête est suivi par la charge utile à transmettre, qui contient elle-même les entêtes des protocoles de couche plus haute, par exemple le protocole Internet. La trame finit par une séquence de vérification de trame (FCS, Frame Check Sequence), qui consiste en un contrôle de redondance cyclique de 32 bits utilisé pour détecter si les données sont corrompues pendant la transmission.

## Réseaux étendus

Un réseau étendu ou WAN (Wide Area Network), est un réseau couvrant une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent, voire de la planète entière. Généralement, c'est un opérateur de télécommunications qui met à disposition des services de communication à distance impliquant ces réseaux de communication.



**Fig.30.** Architecture d'un réseau étendu.

## 2. Caractéristiques d'un réseau étendu

- Ils connectent généralement des périphériques séparés par une zone géographique plus étendue que ne peut couvrir un réseau local ;
- ils utilisent les services d'opérateurs, tels que des compagnies de téléphone ou de câble, des systèmes satellite et des fournisseurs de réseau ;
- ils utilisent divers types de connexions série pour permettre l'accès à la bande passante sur de vastes zones géographiques.
- Prix beaucoup plus élevés que ceux des LAN : Même si les prix baissent rapidement
- Délais de traversée du réseau plus élevés : Plusieurs dizaines ou centaine de ms

## 3. Les équipements des WAN

### 3.1. Les routeurs

Sont des unités qui offrent de nombreux services pour l'interconnexion de réseaux (niveau 3 OSI) via des ports d'interface LAN et WAN. Ils permettent une grande diversité de liaisons et de sous-réseaux, à des débits différents. Ce sont des unités de réseau actives et intelligentes, capables de participer à l'administration d'un réseau. Ils fournissent des services de connectivité et leurs performances sont fiables.



**Fig.31.** Le routeur.

### 3.2. Les commutateurs WAN

Sont des unités de réseau multiport qui assurent les commutations du trafic de type Frame Relay ou X.25 et des services de commutation de données haut débit (SMDS). Les commutateurs WAN fonctionnent généralement au niveau de la couche liaison de données du modèle OSI. La figure illustre deux routeurs situés aux extrémités d'un réseau WAN, reliés par des commutateurs WAN. Dans cet exemple, les commutateurs filtrent, acheminent et diffusent les trames selon leur adresse de destination.



**Fig.32.** Les commutateurs WAN.

### 3.3. Les modems

Sont des équipements qui transforment les signaux numériques en analogiques en modulant et en démodulant le signal, ce qui permet de transmettre des données sur des lignes téléphoniques à fréquence vocale. À la source, les signaux numériques sont convertis dans un format approprié pour la transmission par des unités de communication analogique. À la destination, ces signaux analogiques sont reconvertis en signaux numériques.



**Fig.33.** Le modem.

### 3.4. Les serveurs

Un serveur est un ordinateur ou un système qui met des ressources, des données, des services ou des logiciels à la disposition d'autres ordinateurs, qualifiés de « clients », sur un réseau. En théorie, un ordinateur est considéré comme un serveur à partir du moment où il partage des ressources avec une machine cliente.



**Fig.34.** Le serveur.