

# Chapitre 3 : Les Réseaux Locaux

## 1. Définition

Un réseau local, en anglais LAN (Local Area Network) ou en français RLE (Réseau Local d'Entreprise) est un réseau dont la portée est limitée de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. C'est le type de réseau que l'on peut installer chez soi, dans des bureaux ou dans un immeuble. Un LAN, comme tout réseau, repose sur un support de transmission : un câble (en cuivre ou fibre optique) ou, plus rarement, les ondes radio. Un réseau local se compose généralement de microordinateurs et de ressources partagées, comme des imprimantes et de disques durs.

Les réseaux locaux les plus répandus sont Ethernet (85 %) et Token-Ring (15 %). Il existe plusieurs topologies pour un LAN :

- **En anneau** : Les PC sont chaînés entre eux, le premier étant connecté au dernier, afin de former l'anneau.
- **En bus** : Les PC sont connectés à un câble qui parcourt tous les bureaux ou toutes les pièces de la maison.
- **En étoile** : Autour d'un équipement spécifique appelé concentrateur (couramment appelé hub pour Ethernet et MAU pour Token-Ring).

La topologie en étoile est la plus courante, tandis que le bus est le moyen le plus simple pour construire un réseau Ethernet.

## 2. Caractéristiques du réseau local

Les réseaux locaux sont des infrastructures complexes et pas seulement des câbles entre stations de travail. Et, si l'on énumère la liste des composants d'un réseau local, on sera peut-être surpris d'en trouver une quantité plus grande que prévue. Un réseau local est composé des éléments caractéristiques suivants :

■ **Le câblage**: constitue l'infrastructure physique, avec le choix entre paire torsadée, câble coaxial et fibre optique.

■ **La méthode d'accès** décrit la façon dont le réseau arbitre les communications de différentes stations sur le câble: ordre, temps de parole, organisation des messages. Elle dépend étroitement de la topologie et donc de l'organisation spatiale des stations les unes par rapport aux autres. La méthode d'accès est essentiellement matérialisée dans les cartes d'interfaces, qui connectent les stations au câble.

■ **Les protocoles** de réseaux sont des logiciels (règles de gestion) qui "tournent" à la fois sur les différentes stations et leurs cartes d'interfaces réseaux ou encore appelées cartes de communications.

■ Le **système d'exploitation** du réseau (ou NOS pour Network Operating System), souvent nommé gestionnaire du réseau, réside dans les différentes stations du réseau local. Il fournit une interface entre les applications de l'utilisateur et les fonctions du réseau local auxquelles il fait appel par des demandes à travers la carte d'interface.

■ Le ou les **serveurs de fichiers** stocke et distribue les fichiers de programmes ou les données partageables par les utilisateurs du réseau local. Il résulte d'une combinaison de matériel et de logiciel qui peut être spécifique.

■ Le **système de sauvegarde** est un élément indispensable qui fonctionne de diverses manières soit en recopiant systématiquement tous les fichiers du ou des serveurs, soit en faisant des sauvegardes régulières, éventuellement automatisées.

■ Les **ponts, les routeurs ou les passerelles** constituent les moyens de communication qui permettent à l'un des utilisateurs de "sortir" du réseau local pour atteindre d'autres réseaux locaux ou des serveurs distants.

■ Le **système de gestion et d'administration** du réseau envoie les alarmes en cas d'incidents, comptabilise le trafic, mémorise l'activité du réseau et aide le superviseur à prévoir l'évolution de son réseau.

### 3. Topologies des réseaux

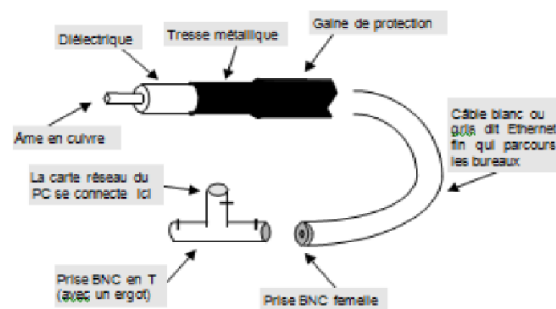
Les topologies les plus répandues dans les réseaux locaux sont le **bus**, l'**étoile** (star) et l'**anneau** (ring).

#### 3.1 Topologie en bus :

Dans la topologie en bus, tous les ordinateurs sont reliés au même câble. Chaque extrémité est reliée à une terminaison. En cas de rupture du câble en un point, toutes les communications sont interrompues.

A chaque extrémité du câble il est nécessaire d'avoir un bouchon terminateur.

Plus le nombre d'ordinateurs sur le segment est élevé, plus l'efficacité du réseau diminue.



Composant d'un réseau Ethernet en bus.

### 3.2 Topologie en étoile

Dans une topologie en étoile, tous les ordinateurs sont reliés à l'aide d'un câble à un concentrateur. Si l'un des câbles se rompt, seul l'ordinateur relié à ce câble en est affecté. Toutefois, si le concentrateur tombe en panne, l'ensemble des ordinateurs ne peut plus communiquer. Aujourd'hui, la topologie la plus répandue est celle de l'étoile qui consiste à relier tous les PC à un équipement central appelé concentrateur (hub ou switch, en anglais). Le câble est constitué de quatre paires de fils de cuivre torsadées et est terminé par des connecteurs RJ45.



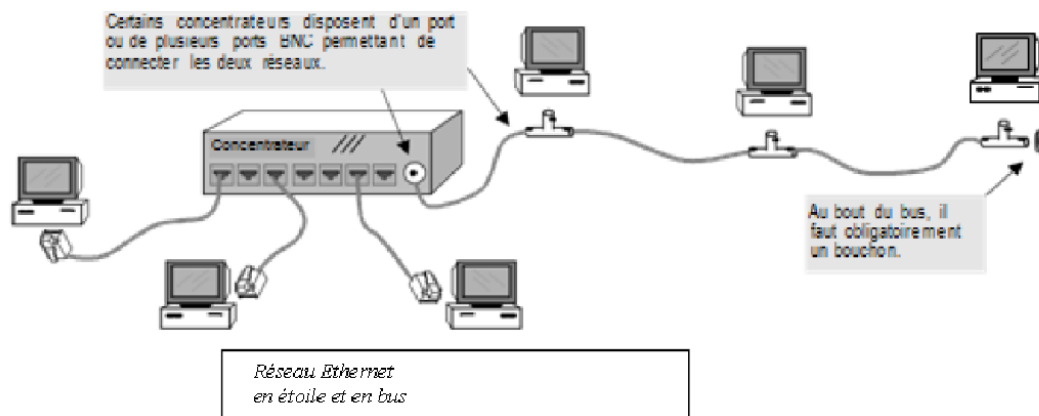
### 3.3 Topologie en anneau

Dans une topologie en anneau, les ordinateurs sont reliés à un seul câble en anneau. Les signaux transitent dans une seule direction. Chaque ordinateur joue le rôle de répéteur, régénérant le signal, ce qui en préserve la puissance. Dans cette topologie, les ordinateurs "parlent" à tour de rôle. Un jeton circulant sur le réseau donne le droit d'émettre des données. Lorsqu'un ordinateur reçoit le jeton et qu'il souhaite "parler", il stocke le jeton, puis envoie sa trame de données, attend de recevoir la confirmation de réception envoyée par l'ordinateur destinataire, puis enfin, passe le jeton. Cette topologie est la plus efficace dans des réseaux où le trafic est élevé.



### 3.4 Topologie hybride :

Dans une topologie hybride, plusieurs topologies sont combinées. La topologie étoile/bus et étoile/anneau sont les plus répandues.



| Ethernet               | Bus                       | Étoile                          |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Câble cuivre           | Coaxial                   | Paires torsadées                |
| Connecteurs            | BNC                       | RJ45                            |
| Vitesse                | Limité à 10 Mbit/s        | 10 Mbit/s et plus               |
| Modification du réseau | Difficile                 | Très facile                     |
| Remarque               | De moins en moins répandu | Nécessite un concentrateur      |
| Adapté aux...          | Petits réseaux locaux     | Petits et grands réseaux locaux |

## 4. Méthode d'accès

La méthode d'accès désigne les moyens utilisés pour organiser et réglementer la circulation des informations. Quel que soit le réseau local utilisé, une seule machine à la fois peut normalement être autorisée à émettre sur le câble réseau. Il existe donc plusieurs méthodes qui gèrent de manière différente les conflits d'accès.

La couche liaison du modèle OSI est dévisée en deux sous couches :

- La couche MAC de bas niveau (Medium Access Control) : son rôle est de partager le support entre toutes les stations. On parle alors de méthode d'accès.
- La couche LLC (Logical Link Layer), elle implémente un protocole de liaison dont le rôle est de gérer la communication (contrôle d'erreur).

### 4.1 METHODE D'ACCES CSMA/CD

La méthode d'accès CSMA/CD (CSMA = Carrier Sense Multiple Access ; CD = Collision Detection) est utilisée dans les réseaux organisés selon la topologie (en « bus »). Dans cette méthode, chaque machine qui veut émettre peut le faire librement après avoir simplement vérifié (en écoutant le trafic) qu'aucune trame ne circule. Lorsque le câble est libéré, la

machine commence à émettre sa trame et reste à l'écoute un certain temps pour détecter l'occurrence d'une éventuelle collision. Si cette dernière est détectée, la station émettrice stoppe l'envoi et attend un délai aléatoire compris dans un intervalle  $[0..N]$ . Au bout de ce temps le cycle recommence, si une nouvelle collision est détectée, la station attend alors un temps compris dans  $[0..2N]$  et ainsi de suite jusqu'à dans  $[0..16N]$ .

#### 4.2 METHODE D'ACCES DU JETON (Token Ring)

Cette méthode d'accès est essentiellement utilisée dans les réseaux organisés selon la topologie en « anneau ». Un jeton (trame logicielle) circule en permanence, toujours dans le même sens, traversant toutes les machines (ou nœuds) de l'anneau. Pour qu'une machine puisse émettre une trame sur l'anneau, elle doit s'emparer du jeton (qui devient occupé) lorsqu'il passe à sa portée, ce qui peut nécessiter l'attente du temps nécessaire pour qu'il parcoure un tour complet. La trame émise traverse chaque machine qui contrôle si elle lui est destinée (en lisant le champ destination de la trame) si ce n'est pas le cas, elle la transmet à la machine suivante après l'avoir régénérée (simple remise en forme électrique du signal) ou la marque mauvaise si elle contient des erreurs.

Enfin, la machine à qui était destinée la trame la transmet aux couches supérieures OSI qui vont décoder son sens et la traiter. La trame continue son parcours et revient à la machine qui l'a émise ; celle-ci va vérifier si elle a été correctement reçue par la machine destinataire, puis la détruit. Dans les systèmes les plus basiques, c'est seulement à ce moment que le jeton est libéré, afin qu'il puisse être utilisé par une autre machine (il a fallu attendre un tour complet) ; dans les systèmes plus évolués, le jeton est libéré dès que la trame est parvenue à la machine destinataire

#### Remarque

Les réseaux FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ressemblent aux réseaux Token Ring à Jeton. Ils sont constitués de deux anneaux appelés Anneau principal et anneau secondaire. Ils utilisent une méthode d'accès par Jeton, toutefois, cette méthode est plus efficace que le Token Ring traditionnel car plusieurs trames peuvent circuler sur l'anneau simultanément. La vitesse de transfert d'un réseau FDDI est comprise entre 155Mb/s et 622Mb/s.

## 5. Les réseaux Ethernet

Leur nomination fait référence à l'Ether : type du support utilisé. Ces réseaux ont été normalisés sous la norme IEEE802. 3. Ils sont classés en différentes catégories selon :

- Le type de support
- La longueur de segment
- Le débit binaire
- Le type de transmission.

Cela a conduit à la normalisation représentée par la désignation :

**D Trans L**

**D** : débit binaire

**Trans** : Type de transmission ( **Broad** : analogique, **Base** : numérique)

**L** : type de support.

Quelques réseaux Ethernet :

**10 Base 2** : réseau utilisant un câble coaxial fin avec des connecteurs BNC en T avec 30 stations au max par segment. La longueur du segment peut atteindre les 200 m.

**10 Base 5** : réseau utilisant un câble coaxial épais en remplaçant les connecteurs BNC par des adaptateurs MAU (Medium Access Unit) interfaçant le câble principale avec le câble de liaison reliant l'adaptateur à la carte réseau. La longueur du segment peut atteindre les 500 m avec 100 stations au max.

**10 Base T** : Réseau en topologie étoile utilisant un HUB, la paire torsadée relie chaque station au HUB, elle est de catégorie 2 avec un débit de 10 MB/s.

**100 Base T** : Réseau en topologie étoile utilisant un HUB puissant ou un switch, la paire torsadée est de catégorie 5 avec un débit de 100 MB/s.

**1000 Base T** : Réseau en topologie étoile utilisant un switch, la paire torsadée est de catégorie 6 ou plus avec un débit de 1 GB/s.

**10 Base F/ 1000 Base Fx** : Utilise de la fibre optique comme câble principal avec un **FOMAU** assurant la conversion des signaux lumineux en signaux électriques

**10 Broad 36** : Il utilise un câble coaxial épais et des modems pour la transmission du signal.

Structuration d'une trame Ethernet :

| <b>PRE</b> | <b>SFD</b> | <b>DA</b> | <b>SA</b> | <b>LEN</b> | <b>DATA</b> | <b>PAD</b> | <b>FCS</b> |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|------------|
| 7 octet    | 1 octet    | 6 octet   | 6 octet   | 2 octet    | 0-1500      | 0-46       | 4 octet    |

**Préambule (PRE)** : une suite de 10101010 est envoyée sept fois pour synchroniser les horloges de l'émetteur et du récepteur.

**Start Frame Delimiter (SFD)** : début de la trame 10101011

**Destination Address (DA)** : l'adresse MAC de la machine destinatrice.

**Source Address (SA)** : l'adresse MAC de la machine source.

**Length (LEN)** : longueur du champ DATA qui provient de la couche supérieure.

**DATA** : données à envoyer.

**Padding ou bourrage (PAD)** : si le champ DATA est < 46 octet, on remplit le champ PAD par des bits de bourrage pour atteindre la taille minimale d'une trame Ethernet valide qui est de 64 octet du champ DA jusqu'au champ FCS.

**Frame Check Sum (FCS)** : les bits de contrôle pour effectuer la détection des erreurs.

## **6. Les équipements d'interconnexion entre réseaux locaux**

### **6.1 Répéteurs et Concentrateurs (Hubs)**

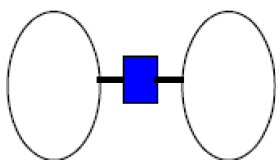
Le concentrateur est un appareil qui régénère les signaux. En effet, le signal émis par la carte Ethernet s'affaiblit en parcourant le câble et, au-delà de cent mètres, il peut devenir trop faible. Cette distance correspond en fait au maximum autorisé par la norme entre un PC et le concentrateur. Un signal émis par un PC est régénéré sur tous les autres ports du concentrateur (il joue le rôle de répéteur).

Les trames envoyées à destination d'une machine sont en fait reçues par toutes les machines même si elles sont seulement traitées par la machine à qui elles sont destinées (principe du BUS). De plus la bande passante théorique de 10 Mbits/s ou de 100 Mb/s n'est disponible pour chaque machine mais partagée entre toutes les autres, puisqu'une seule machine à la fois peut normalement émettre et recevoir sur le réseau.

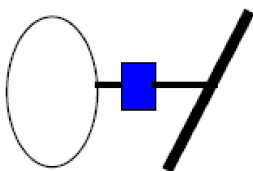
### **6.2 Ponts (Bridges)**

Lorsque le réseau est formé de deux réseaux locaux distincts, les informations passant de l'un à l'autre doivent obtenir le droit d'accès au médium du deuxième réseau. Le pont permet cette interconnexion au niveau de la couche 2 liaison de données. Le pont est insensible aux protocoles employés par les couches supérieures et Le service assuré par l'interconnexion est le minimum commun.

Un pont peut interconnecter deux RL identiques ou de types différents.



Réseau 1 anneau, réseau 2 anneau

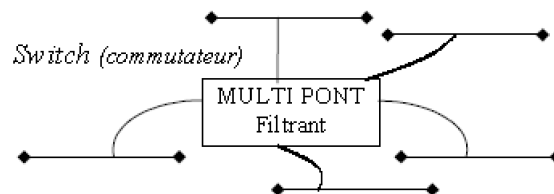


Réseau 1 anneau, réseau 2 bus

### **6.3 Commutateurs (Switch)**

Un commutateur (switch) est un équipement qui offre une bande passante dédiée pour chaque port (10,100 ou 1 000 Mbit/s par port) alors que le concentrateur partage la bande passante entre tous ses ports. Cela revient à créer un segment Ethernet par port.

Grâce à la fonction d'auto-apprentissage des adresses MAC, l'information envoyée à travers le Switch est directement dirigée vers la machine de destination. Le switch peut être considéré comme un multi-pont.



## 6.4 Routeurs

Les routeurs sont des commutateurs évolués. Ils fonctionnent au niveau de la couche 3 du modèle OSI. Ils permettent de passer d'un segment de réseau à un autre dans le cas de réseaux segmentés séparés par de grandes distances. Les routeurs sont des machines clé d'Internet, ils assurent la fonctionnalité de routage qui consiste à déterminer le chemin optimale d'une source à une destination. Le paquet passera ainsi de routeur en routeur jusqu'à ce qu'il atteigne sa destination.

## 6.5 Passerelles (Gateway)

Les passerelles permettent de relier des réseaux locaux de types différents. Ce sont des systèmes matériels et logiciels permettant de faire la liaison entre deux réseaux, servant notamment à faire l'interface entre protocoles différents. Elles fonctionnent sur les couches hautes du modèle OSI.

| Niveau |              |   |
|--------|--------------|---|
| 7      | Application  | Passerelles de niveau supérieur<br>Ex : messagerie X400 ⇔ messagerie sendmail |
| 6      | Présentation |   |
| 5      | Session      |   |
| 4      | Transport    | Transcodage ou classes de transport   |
| 3      | Réseau       | Routeur (transmission de paquets)   |
| 2      | Liaison      | Pont (switch = multipont)   |
| 1      | Physique     | Répéteur (, ex : hub= multi répéteur)   |