

Les topologies de réseaux

1. Introduction :

La topologie décrit la façon dont sont interconnectés les nœuds du réseau. Il s'agit de la structure ou de l'architecture du réseau. On distingue trois topologies essentielles, l'étoile, le bus et l'anneau, qui peuvent être combinées pour obtenir des topologies hybrides.

2. Les topologies

2.1 Topologie en bus

Tous les ordinateurs sont reliés au même câble, chaque extrémité est reliée à une terminaison. Cette topologie présente l'avantage d'être facile à réaliser, par contre, en cas de rupture du câble ou une panne dans une carte réseau, toutes les communications seront interrompues.

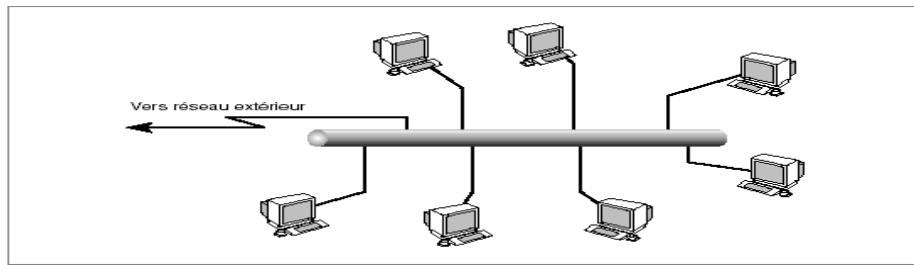


Figure 1 : Topologie en bus

Les câbles employés sont des câbles coaxiaux. Les extrémités du câble sont "terminées" par des bouchons terminateurs.

Toutes ces contraintes sont définies dans la norme ETHERNET appelée IEEE 802.3. Ce type de câblage est également appelé 10BASE2, les connecteurs étant de type BNC. La topologie Bus tolère une longueur de segment de câble de 185 mètres maximum et 30 noeuds maximum par segment. Cette capacité de base peut être étendue par l'interconnexion de segments supplémentaires à l'aide de boîtiers électroniques appelés "répéteurs". Un maximum de trois répéteurs est toléré par la norme 802.3.

2.1.1 Avantages

- Economie de câble
- Mise en œuvre facile
- Simple et fiable
- Facile à étendre

2.1.2 Inconvénients

- Ralentissement du trafic en cas de nombreuses stations.
- En cas de coupure du câble le réseau est interrompu.

2.2 Topologie en étoile

Tous les ordinateurs sont reliés à l'aide d'un câble à un nœud central. La plupart des réseaux locaux fonctionnent sur ce principe, en utilisant un switch comme nœud central.

Le câble employé dans cette topologie est généralement la paire torsadée, aussi appelée 10BASE-T. Une longueur de 100 mètres maximum est tolérée par segment, avec uniquement un noeud par segment. Les connecteurs sont du type RJ45.

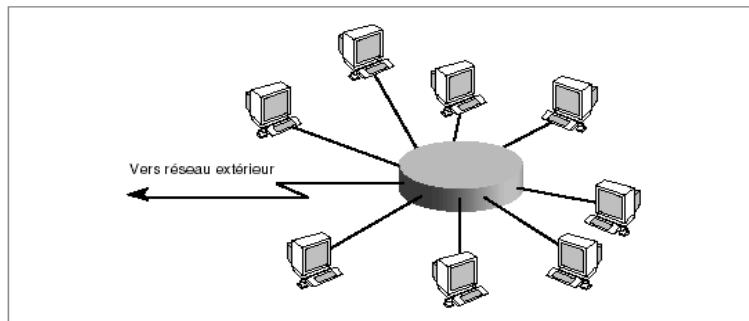


Figure 2 : Topologie en étoile

2.2.1 Avantages

- Ajout de stations facile.
- Gestion centralisée
- Une panne d'ordinateur est sans incidence sur le réseau.

2.2.2 Inconvénients

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

2.3 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.

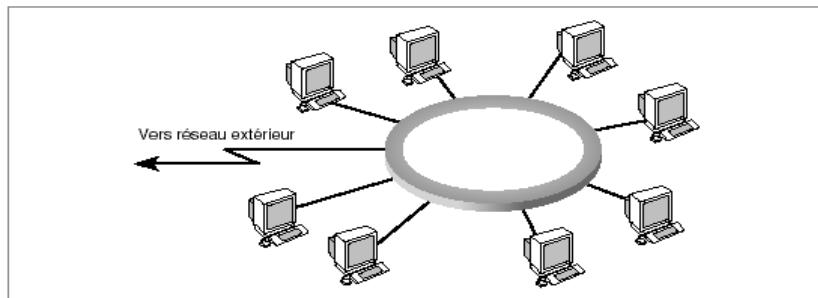


Figure 3 : Topologie en anneau

2.3.1 Avantages

- Accès égalitaire de toutes les stations.
- Performances régulières même avec un grand nombre de stations.

2.3.2 Inconvénients

- Une panne d'ordinateur peut affecter le réseau.

2.4 Topologie Maillée

Chaque ordinateur est connecté aux autres par un câble séparé. Il peut être régulier si l'interconnexion est totale ($n(n-1)/2$ liaisons, avec n le nombre de machines) ou irrégulier si certaines connexions sont supprimées.

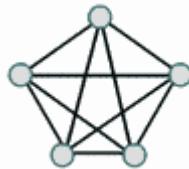


Figure 4 : topologie maillée

2.4.1 Avantages

- Sa capacité de tolérance lorsqu'un câble se rompt, plusieurs autres chemins existent.

2.4.2 Inconvénients

- Très coûteuse en câblage.

2.5 Topologie hybride

Dans cette architecture, plusieurs topologies sont combinées.

Exemples :

Etoile/Bus : Plusieurs segments de Bus sont connectés à un même point central en étoile.

2.6 Topologie en arbre

Dans une structure en arbre, les équipements terminaux sont les hubs qui sont reliés les uns aux autres jusqu'au hub racine.

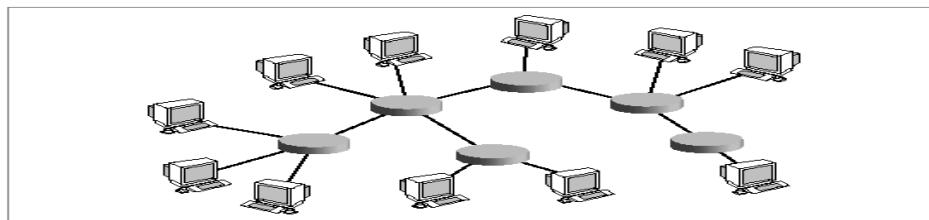


Figure 5 : Topologie en arbre

3. Les composants d'interconnexion

3.1 Le Répéteur

Un répéiteur permet de relier deux réseaux Ethernet au niveau physique. Il ne fait que retransmettre les signaux d'un réseau sur l'autre. Il n'effectue aucun filtrage. Il permet d'étendre physiquement le réseau en régénérant les signaux.

Le répéiteur n'est pas un organe intelligent capable d'apporter des fonctionnalités supplémentaires.

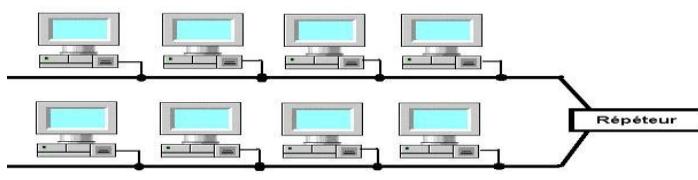


Figure 6 : Répéteur

3.2 Le Concentrateur

Le concentrateur est une boîte où on peut connecter 8, 12, 16, 24 ou 48 stations (selon le modèle). Il permet souvent de mixer différents médias (*ThinNet*, *ThickNet*, paires torsadées). Le concentrateur (hub) est un répéteur multiports. Dans un hub classique, le débit est réparti entre les différentes stations qui lui sont connectées, limitant ainsi le débit de chacune.

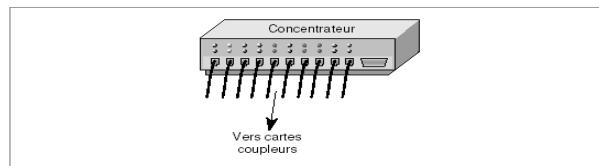


Figure 7 : Concentrateur (hub)

3.3 Le pont

Un pont est un dispositif matériel permettant de relier des réseaux travaillant avec le même protocole. Il est capable de filtrer les trames en ne laissant passer que celles dont l'adresse correspond à une machine située à l'opposé du pont.

Ainsi, le pont permet de segmenter un réseau en conservant au niveau du réseau local les trames destinées au niveau local et en transmettant les trames destinées aux autres réseaux. Cela permet de réduire le trafic (notamment les collisions) sur chacun des réseaux et d'augmenter le niveau de confidentialité car les informations destinées à un réseau ne peuvent pas être écoutées de l'autre côté.

En contrepartie, l'opération de filtrage réalisée par le pont peut conduire à un léger ralentissement lors du passage d'un réseau à l'autre, c'est la raison pour laquelle les ponts doivent être judicieusement placés dans un réseau.

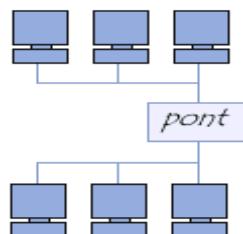


Figure 8: Pont

Un pont sert habituellement à faire transiter des paquets entre deux réseaux de même type.

3.3.1 Principe

Un pont possède deux connexions à deux réseaux distincts. Lorsque le pont reçoit une trame sur l'une de ses interfaces, il analyse l'adresse MAC du destinataire et de l'émetteur. Si jamais le pont ne connaît pas l'émetteur, il stocke son adresse dans une table afin de se "souvenir" de quel côté du réseau se trouve l'émetteur. Ainsi le pont est capable de savoir si émetteur et destinataire sont situés du même côté ou bien de part et d'autre du pont. Dans le premier cas le pont ignore le message, dans le second le pont transmet la trame sur l'autre réseau.

3.3.2 Fonctionnement d'un pont

Un pont fonctionne selon la couche *Liaison données* du modèle OSI, c'est-à-dire qu'il opère au niveau des adresses physiques des machines. En réalité le pont est relié à plusieurs réseaux locaux, appelés **segments**. Le pont élabore une table de correspondance entre les adresses des machines et le segment auquel elles appartiennent et "écoute" les données circulant sur les segments.

Lors d'une transmission de données, le pont vérifie sur la table de correspondance le segment auquel appartiennent les ordinateurs émetteurs et récepteurs (grâce à leur adresse physique, appelée adresse MAC). Si ceux-ci appartiennent au même segment, le pont ne fait rien, dans le cas contraire il va faire basculer les données vers le segment auquel appartient le destinataire.

3.3.3 Utilité d'un tel dispositif

Le pont permet de segmenter un réseau, c'est-à-dire que, dans le cas présenté ci-dessus, les communications entre les 3 ordinateurs représentés en haut n'encombreront pas les lignes du réseau entre les 3 ordinateurs du bas, l'information passera uniquement lorsqu'un ordinateur d'un côté du pont enverra des données à un ordinateur situé de l'autre côté. D'autre part ces ponts peuvent être reliés à un modem, afin d'assurer la continuité d'un réseau local à distance.

3.4 Le commutateur

Un commutateur (un switch) est un pont qui possède plusieurs ports, Il est capable aussi d'orienter la trame vers la ligne de sortie correspondante au destinataire, contrairement au hub qui le fait transiter vers toutes les sorties.

Le commutateur permet d'allier les propriétés du pont en matière de filtrage et du concentrateur en matière de connectivité. Les stations connectées au switch bénéficient de la totalité du débit du réseau.

3.5 Le Routeur

Un routeur est un équipement d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer le routage des paquets entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter, il va ainsi déterminer la prochaine machine à laquelle les données vont être acheminées de manière à ce que le chemin choisi soit le meilleur. Pour y parvenir, les routeurs tiennent à jour des tables de routage, véritable cartographie des itinéraires à suivre en fonction de l'adresse visée. Il existe de nombreux protocoles dédiés à cette tâche.

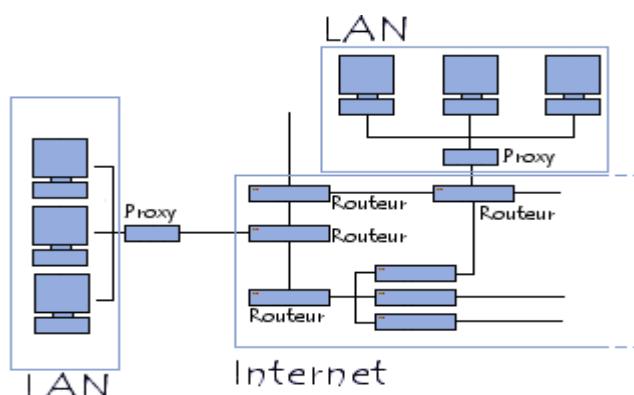


Figure 9: Fonctionnement des routeurs

3.6 La passerelle :

Une passerelle (en anglais « **gateway** ») est un système matériel et logiciel permettant de faire la liaison entre deux réseaux, afin de faire l'interface entre des protocoles réseaux différents. Ce système offre en fait une interface entre deux réseaux hétérogènes.

3.7 Le B-Routeur :

Un B-Routeur (en anglais *b-routeur*, pour *bridge-routeur*) est un élément hybride associant les fonctionnalités d'un routeur et celles d'un pont. Ainsi, ce type de matériel permet de transférer d'un réseau à un autre les protocoles non routables et de router les autres. Plus exactement, le B-routeur agit en priorité comme un pont et route les paquets si cela n'est pas possible.

4. Les méthodes d'accès :

4.1 La contention

CSMA (carrier sense multiple access) : Dans les réseaux avec un support partagé, il est nécessaire d'avoir un protocole apte à décider quelle station a le droit d'émettre, sinon une collision des différents signaux émis est inévitable. Une solution existe, elle s'appuie sur une technique d'écoute de la porteuse, c'est à dire que la station qui veut émettre écoute le canal avant, s'il elle ne détecte aucun signal sur la ligne elle envoie ses données sinon elle diffère son émission à une date ultérieure. Trois variantes existent :

1. **CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection)** : Il s'agit de la même méthode d'écoute avec la détection des collisions, c'est à dire que la station émettrice continue à écouter le canal pendant la transmission, s'il se produit une collision, elle interrompt sa transmission et envoie aux autres stations des signaux spéciaux pour les prévenir de la collision. Elle tente par la suite de réémettre après un temps aléatoire.
Les coupleurs émetteurs détectent une collision en comparant le signal émis avec celui qui passe sur la ligne, ie par détection d'interférences. Cette méthode nécessite des techniques de codage performantes pour permettre de reconnaître la superposition de signaux tel que le codage Manchester.
2. **CSMA/CA (Carrier Sens multiple access with collision avoidance)** : Il s'agit de la même méthode d'écoute du canal qui consiste à éviter les collisions au lieu de les détecter.
Quand la détection de la collision n'est pas possible, on utilise cet algorithme qui consiste à émettre si le canal est vide, et d'attendre si le canal est occupé un temps de durée différente pour permettre au récepteur d'envoyer un acquittement à l'émetteur, ceci permet d'éviter les collisions.
3. **CSMA/CR (Carrier Sens multiple access with contention resolution)** : Techniques d'accès des réseaux partagés reprenant la partie CSMA des réseaux ETHERNET mais évitant les collisions par une gestion des priorités.

4.2 La méthode du jeton :

Consiste à donner la possibilité aux machines de transmettre par tour de rôle. Un nœud n'a le droit d'émettre que s'il a en sa possession un jeton qui peut être une suite de bits ou un bit. Le jeton fait le tour des nœuds pour revenir au même nœud. On dit que cette méthode est déterministe car le temps d'attente est limité.

Glossaire :**Mac (Medium Access Control)**

Chaque carte dispose d'une adresse unique, appelée **adresse MAC**, affectée par le constructeur de la carte, ce qui lui permet d'être identifiée de façon unique dans le monde parmi toutes les autres cartes réseau.

Trame : blocs d'éléments binaires dans un protocole de liaison dont on sait reconnaître le début et la fin.

Porteuse: fréquence spécifique d'un canal (courant électrique ou faisceaux lumineux) pouvant être modulée pour acheminer de l'information.