

Chapitre 3 : les réseaux et leurs topologies


La **topologie** est l'organisation physique et logique d'un réseau.

L'organisation physique définit la structure physique du réseau, la façon dont les machines sont connectées (Bus, Anneau, Étoile, ...).

La topologie logique montre comment les informations circulent sur ce réseau physique (diffusion ou point à point).

Dans un réseau, les machines peuvent être connectées de plusieurs façons. Dans les schémas qui suivront,



un  représentera un nœud du réseau (donc un terminal, un hub, un switch ou un routeur).

1. Modes de propagation

Il existe 2 modes de propagation classant ces topologies :

- Le **mode par diffusion** (broadcast): dans un mode par diffusion, on utilise qu'un seul support de transmission. L'information envoyée par une machine est envoyée sur le réseau et est reçue par toutes les machines. A la réception, chacune teste l'adresse du destinataire pour :
 - conserver le message
 - ou
 - l'ignorer si celui-ci ne le concerne pas

Elle concerne les topologies en bus ou en anneau. Le mode **point à point** (pour les topologies en étoile ou maillée) : le réseau est constitué d'ordinateurs reliés à des éléments d'interconnexion par des lignes point à point. L'information est émise d'un terminal à un autre après avoir traversé un ou plusieurs nœuds (éléments d'interconnexion). Le support physique ne relie donc qu'une paire d'éléments à la fois. Un nœud qui reçoit l'information :

- La stocke
- La conserve s'il en est le destinataire
- La retransmet à l'ordinateur destinataire ou à l'élément d'interconnexion qui y mène

Les réseaux à commutation ont cette topologie. C'est la méthode « Store and Forward ».

2. La topologie en bus



Figure 8 - Topologie de réseau en bus

Les éléments sont ici reliés les uns à la suite des autres. On bouche généralement les extrémités d'un réseau utilisant la topologie en bus par des bouchons, pour éviter les réflexions du signal. Dans cette topologie, 2 machines ne peuvent pas communiquer simultanément sous peine de créer des collisions.

Pour éviter ce problème, on utilise une méthode d'accès appelée CSMA/CD². Avec cette méthode, une machine qui veut communiquer écoute le réseau pour déterminer si une autre machine est en train d'émettre. Si c'est le cas, elle attend que l'émission soit terminée pour commencer sa communication. Sinon, elle peut communiquer tout de suite.

Avantages :

- Simple à mettre en œuvre
- Peu coûteux
- La défaillance d'un élément ne met pas le réseau hors service

Inconvénients :

- Limitation du nombre de machines pouvant être connectées ensemble car signal non régénéré
- La défaillance du câble met le réseau hors service
- Comme toutes les machines utilisent le même câble, la vitesse de transmission est très faible

Afin d'apporter quelques précisions, il faut savoir qu'Ethernet est une norme standard de l'IEEE (IEEE 802.3) pour la transmission de données dans un réseau local basée sur le principe suivant : toutes les machines sont connectées à une même ligne de communication constituées de câbles cylindriques.

Différentes variantes d'Ethernet existent en fonction du type de câble et de son diamètre :

10Base2 → câble coaxial fin de faible diamètre (*thin Ethernet*)

10Base5 → câble coaxial de gros diamètre (*thick Ethernet*)

10Base-T → câble à paires torsadées (le T signifie *twisted pair*), le débit atteint est d'environ 10 Mbps,

100Base-FX → fibre optique multimode. Le débit atteint 100Mbps (F signifie *Fiber*)

100Base-TX → Comme 10Base-T mais avec débit 10 fois plus important (100Mbps)

1000Base-T → double paire torsadée (cat 5E) avec débit d'1Gbps

1000Base-SX → fibre optique multimode avec signal de faible longueur d'onde (S signifie *short*)

1000Base-LX → fibre optique multimode avec signal de longueur d'onde élevé (L signifie *long*)

Depuis quelques années est apparu l'Ethernet commuté dont nous parlerons dans la suite du cours.

² Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (accès multiple avec écoute de porteuse et détection de collision)

3. La topologie en anneau

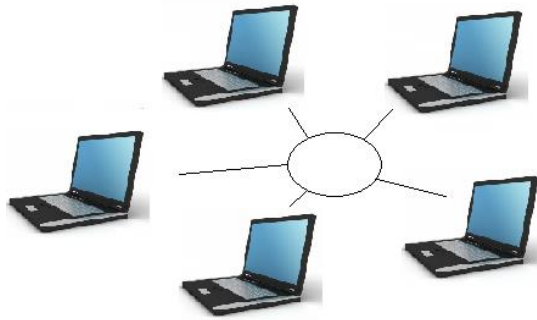


Figure 9 - Topologie de réseau en anneau

Dans ce type de réseau, les ordinateurs ou périphériques sont reliés les uns aux autres, il n'y a pas d'extrémités contrairement à un réseau linéaire. Le câble qui relie les ordinateurs forme une boucle fermée, un anneau.

La topologie logique en anneau (ring) est, elle, basée sur un système de jeton (token) : des informations circulent, toujours dans le même sens, dans le réseau pour désigner qui a le droit d'émettre. Les ordinateurs s'emparent du jeton ou le passe au suivant selon qu'ils ont des données à transmettre ou pas. Cette topologie logique est appelée **token ring**.

Avantages :

- La défaillance d'un élément n'entraîne pas de panne du réseau
- La défaillance du câble n'entraîne pas de panne si le réseau a été doublé présentant ainsi 2 anneaux transmettant dans les 2 sens et qu'il y a reconfiguration
- Quantité de câbles minimale
- La technique du jeton permet d'éviter les collisions
- Signal régénéré à chaque poste

Inconvénients :

- Si le réseau n'est pas doublé, cette configuration n'est pas fiable en cas de panne d'un élément
- Ce type de réseau n'est pas très efficace : l'élément qui transmet garde le jeton c'est-à-dire que tant qu'il l'utilise, les autres ne peuvent rien faire. Ce n'est donc ni rapide, ni efficace.
- Limitation du nombre de machines pouvant être connectées ensemble

4. La topologie en étoile

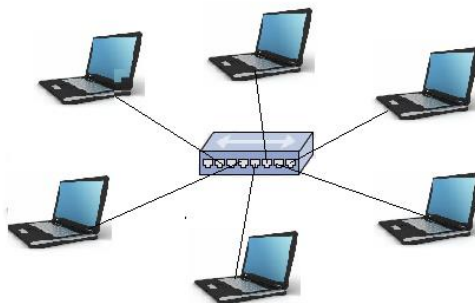


Figure 10 - Topologie de réseau en étoile

Il s'agit d'une généralisation des liaisons point à point dans laquelle chaque élément est relié à un élément central appelé concentrateur (HUB, switch, routeur) par un câble spécifique.

Avantages :

- Le réseau continue à fonctionner même si un de ses ordinateurs/éléments périphériques vient à tomber en panne
- Si l'élément central le permet, on peut connecter de très nombreuses machines ensemble
- L'évolution du réseau ne nécessite pas de modifications dans le câblage du réseau existant. Il suffit d'ajouter des câbles supplémentaires
- Des éléments peuvent être ajoutés facilement au réseau
- Pas de risque de collision de données

Inconvénients :

- Réseau inutilisable en cas de panne du concentrateur
- L'élément central devient un goulot d'étranglement qui peut entraîner la dégradation des performances s'il est mal dimensionné
- Le coût de ce type de connexion est élevé car le câblage est assez long

Un réseau physiquement réalisé en étoile peut très bien présenter une topologie logique en bus, en anneau ou en étoile :

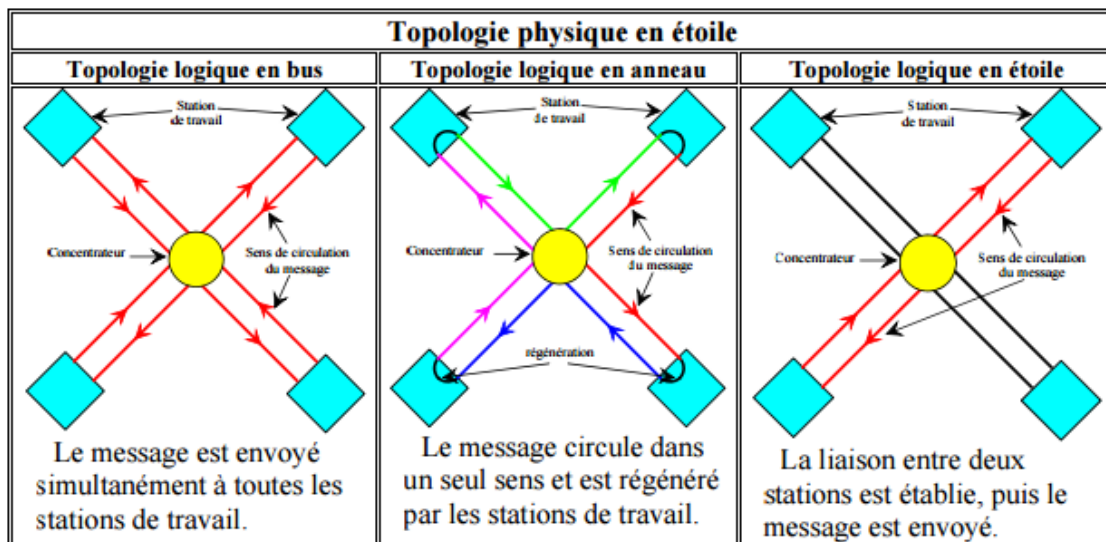


Figure 11 - Illustration des topologies logiques possibles avec une topologie physique en étoile [4]

5. La topologie en arbre

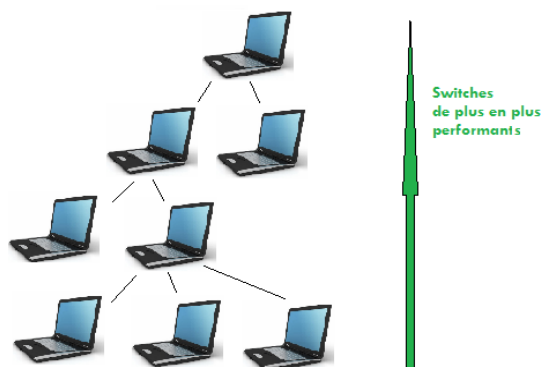


Figure 12 - Topologie de réseau en arbre

Cette topologie est également appelée topologie hiérarchique. Elle consiste à relier les éléments à la manière d'une pyramide. En haut se trouve un élément, qui sera lui-même relié à d'autres éléments, qui eux-mêmes seront à leur tour reliés à d'autres éléments, et ainsi de suite. Les éléments d'interconnexion (switchs ici) les plus performants seront placés en haut de l'arborescence car ils devront traiter le plus d'informations sur le réseau.

Avantages :

- Adapté à des réseaux de plus grande taille : divise l'ensemble du réseau en plusieurs parties qui sont facilement gérables
- Evite le souci des réseaux en étoile qui sont limités par la capacité du noyau central

Inconvénient :

- Une panne sur un switch découpe le réseau en 2 sous-réseaux indépendants

6. La topologie maillée

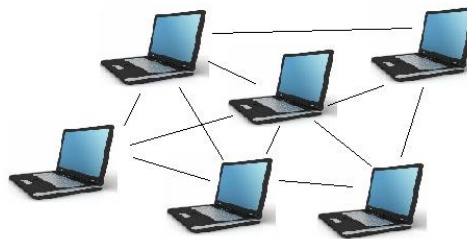


Figure 13 - Topologie de réseau maillée

Il s'agit d'une amélioration de la topologie en étoile. On relie ainsi un élément à tous les autres, de façon directe ou indirecte. Il n'y a pas de hiérarchie. L'information peut ainsi parcourir des chemins différents pour arriver au même destinataire. D'un point de vue logique, Internet peut être considéré comme un réseau maillé (aussi appelée topologie **meshed**) même si dans ce cas, tous les ordinateurs ne sont pas reliés les uns aux autres par des câbles ! Néanmoins, il existe plusieurs chemins pour arriver d'un point à un autre du réseau.

Avantages :

- Système très résistant aux pannes puisqu'on a redondance des chemins
- Système très évolutif

Inconvénients :

- Beaucoup de câbles

7. Les topologies hybrides

On peut faire cohabiter plusieurs topologies dans un même réseau local. Les problèmes de compatibilité sont alors résolus par l'ajout de passerelles dont nous parlerons plus tard. La plupart des réseaux étendus sont des réseaux hybrides dont la topologie est un mélange des différents types.

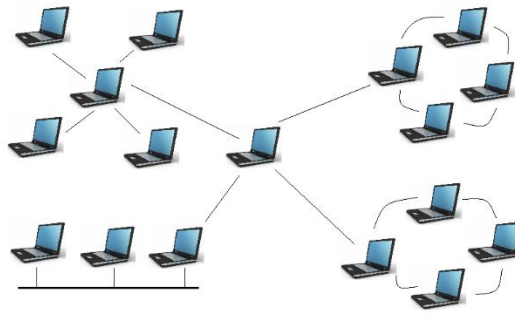
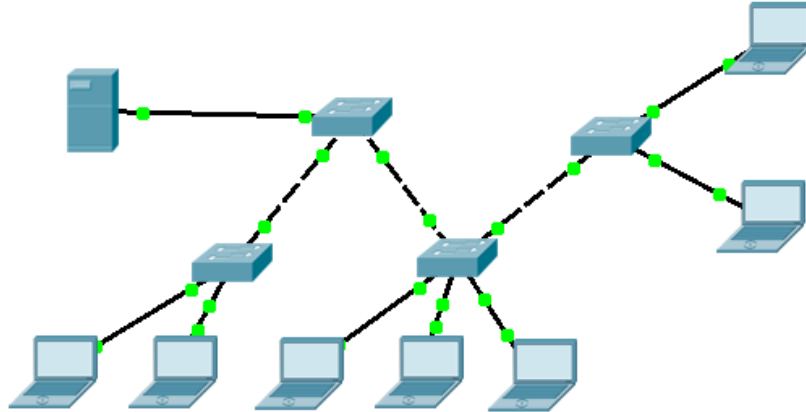


Figure 14 - Exemple de topologie de réseau hybride

Internet est une parfaite illustration d'un réseau hybride car il joint des réseaux en anneau avec des réseaux en bus, en étoile, ... D'un point de vue logique, il peut aussi être vu comme un réseau maillé car dans un tel type de réseau, la multiplication de nombre de câbles permet plusieurs chemins de communication (dans le réseau Internet, toutes les machines ne sont pas toutes reliées entre elles).

8. Exercices

1. Quelle est la topologie physique de ce réseau ?



2. On considère N nœuds de réseau connectés selon l'une des topologies suivantes :

- en étoile
- en anneau
- en maillage complet

Dans chacun des cas, calculer le nombre de liaisons empruntées en moyenne dans le transport d'un message d'un point à un autre.

3. On considère une architecture physique en bus, logique en bus. Deux stations sur ce bus, A et B, sont distantes de 2.500 m. Le débit est 10 Mb/s. Au temps t_0 , A décide d'émettre une trame de 64 octets. Calculer le temps d'acheminement de cette trame jusqu'à B, sachant que la vitesse de propagation des signaux est 200.000 km/s.

Au temps $t = t_0 + 10 \mu\text{s}$, B décide d'émettre à son tour une trame. Cela pose-t-il un problème ?
Peux-tu justifier ta réponse précédente à l'aide de ce schéma ?

