

CHAPITRE 01

INTRODUCTION AUX RÉSEAUX INFORMATIQUES



But du chapitre

A la fin de ce chapitre, l'étudiant sera capable de répondre aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qu'un réseau ?
- Quelles sont les composantes d'un réseau ?
- Quels sont les types des réseaux ?
- Quelles sont les différentes parties composantes d'un réseau ?
- Quelles sont les différentes topologies des réseaux ? leurs avantages et leurs désavantages ?
- Quelles sont les différentes techniques de commutation ? leurs modes de fonctionnement ? Les caractéristiques de chaque mode ?

1 Introduction

Ce chapitre est une introduction aux reste des chapitres, et dans lequel nous allons aborder des concepts généraux sur les réseaux, à savoir leurs classifications, leurs composantes, ainsi que leurs modes de fonctionnement. La plupart de ces concepts seront pris avec plus de détail dans les chapitres qui suivent tout au long de ce support. Pour cela, nous nous contentons de survoler, dans ce chapitre, les concepts d'une façon superficielle tout en donnant des définitions simples, et ensuite nous les détaillerons par la suite dans le moment opportun.

2 Qu'est-ce qu'un réseau ?

Un *réseau* est un ensemble d'*entités* (objets, personnes, ...etc.) interconnectées les unes avec les autres par des *liaisons* qui permettent la circulation d'un *flux* entre les entités.

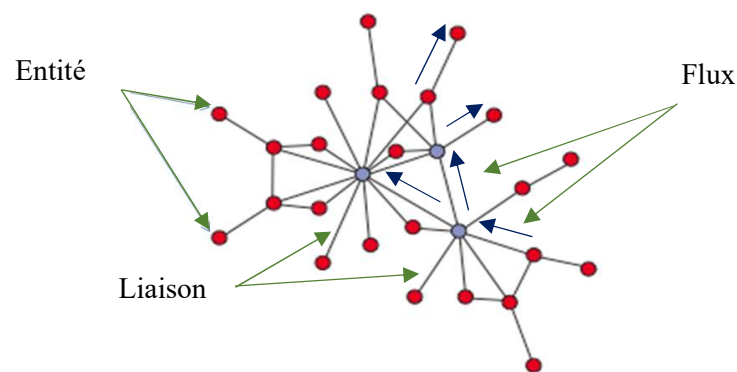


Figure 1. Représentation formelle d'un réseau sous forme de graphe.

Les réseaux sont représentés formellement par ce qu'on appelle un *graphe* (voir Figure 1) constitué d'un ensemble de nœuds, les entités dans notre cas, reliés par des arrêtes, qui sont les liaisons entre les entités dans notre cas.

Les graphes sont une structure de données très efficace pour représenter et manipuler toute sorte de réseau, et toute étude théorique d'un réseau ou d'un phénomène qui se procure au sein d'un réseau est avant tout une étude sur les graphes. Exemple : la recherche du meilleur chemin à emprunter par un paquet de données pour atteindre un serveur le plus rapidement possible n'est que la recherche du plus court chemine sur le graphe représentant le réseau en question. Aussi, dans un réseau informatique, la recherche du routeur par lequel passe le plus grand flux de données ce n'est que la recherche du nœud central du graphe représentant le réseau.

3 Différents types de réseaux

Plusieurs critères peuvent être considérés dans la classification des réseaux. Selon le type de liens entre les entités, on a des réseaux *filaires* et des réseaux *sans fils*. Selon le type d'entité, on a :

- **Réseau de transport** : c'est un ensemble d'infrastructures (stations, aéroports, etc.) interconnectées par des lignes de transport (routes, voies aériennes, etc.) permettant de transporter *des personnes et des biens* entre plusieurs *zones géographiques*.

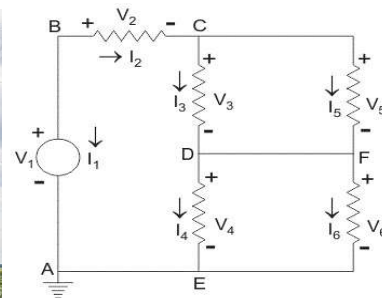


Figure 2. Une partie du réseau de transport aérien de l'Amérique du nord

- **Réseau électrique** : c'est un ensemble d'*équipements électriques* (ex. centrales électriques, pylônes électriques, composantes électroniques, etc.) interconnectées par des câbles permettant d'acheminer l'*énergie électrique*.



(a)



(b)

Figure 3. (a) Un réseau électrique constitué d'un ensemble de pylônes connectés par des câbles électriques (b) Un circuit électrique

- **Réseau de neurones** : c'est un ensemble de *neurones (cellules)* interconnectées entre elles par des nerfs, et qui transmettent des *signaux* d'un neurone à l'autre.

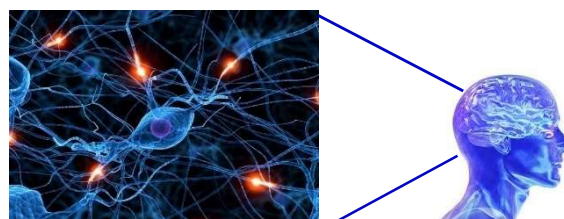
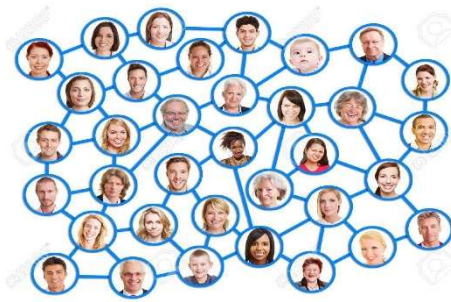


Figure 4. Le réseau de neurones du cerveau humain

- **Réseau social** : c'est un ensemble d'**identités sociales** (individus ou organisations) reliées entre elles par des liens créés lors d'**interactions sociales**. Le **Réseau social en ligne** est un réseau social sur internet. Un réseau social permet de circuler tout type d'entités (information, idée, maladie, etc.) qui peut transiter d'une personne à une autre.



(a)



(b)

Figure 5. Réseau social d'une famille (les liaisons entre individus sont des liaisons familiales (b) les réseaux sociaux en ligne

- **Réseau téléphonique** : c'est infrastructure interconnectant des **postes téléphoniques** par des supports (ex. les câbles de pair torsadée ou l'air dans le cas des réseaux sans fil), et permettant de faire circuler de **la voix** entre ces postes.

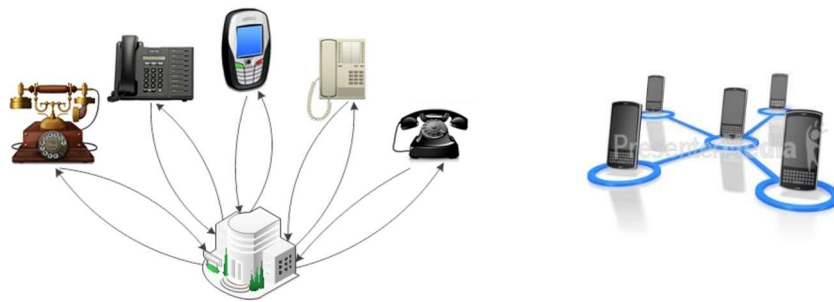


Figure 6. Réseau téléphonique filaire (ancien) et sans fil (modern)

- **Réseau informatique**: un ensemble d'**ordinateurs** reliés entre eux par des liaisons filaires ou sans fil, et échangeant des **informations** sous forme de **données numériques**.



Figure 7. Le réseau informatique ou le réseau de données

Il existe beaucoup d'autres exemples de réseaux, entre autres :

- Les réseaux de molécules dans le domaine de la *Chimie*.
- Les réseaux de protéines en *Biologie*.
- Les réseaux sanguins dans le domaine de la *Médecine*.
- Les réseaux d'entreprises dans le domaine de l'*Economie*, etc.

En général, là où il y a un ensemble d'objets avec une interaction entre eux on peut parler de réseau. Dans ce module on s'intéresse aux *réseaux informatiques*.

Dans le reste de ce support, on entend par le mot « réseau », implicitement, le réseau informatique, sinon le cas contraire on désigne le type du réseau explicitement.

4 Evolution des réseaux informatiques

Les réseaux informatiques sont en évolution continue depuis leur création. L'évolution d'un réseau concerne généralement les *entités* aussi bien que les *liens*, et la façon et le format du *flux* qui circule entre les entités. Un aperçu sur l'histoire des ordinateurs (qui représentent les entités d'un réseau informatique) et leur interconnexion permettra de bien comprendre la motivation, les avantages et l'utilité des réseaux informatiques. Dans ce qui suit, nous allons présenter un aperçu sur l'évolution des ordinateurs et puis l'évolution des réseaux informatiques.

4.1 Evolution des ordinateurs

L'ordinateur, qui constitue l'élément principale dans la plupart des réseaux informatiques, a connu une évolution très rapide depuis les années 40, où il était une machine mécanique qui ne fait que quelques opérations de calcul, jusqu'à nos jours, où il est devenu un petit appareil puissant qui peut faire des milliers d'opération. Ce qui suit est une brève histoire de son évolution :

Avant les années 40 : les ordinateurs étaient des machines mécaniques à calculer (qui faisaient des opérations arithmétiques), et ils n'étaient pas programmables.

Année 1940 : les ordinateurs sont devenus de gigantesques machines électromécaniques (à tube à vide).

Année 1947 : cette année est marquée par l'invention du semi-conducteur, transistors, etc. ce qui a permis la fabrication des ordinateurs plus fiables et de plus petite taille.

Fin années 50 : l'évolution des circuits intégrés avec la possibilité de combiner des millions de transistors sur une minuscule « puce », ce qui a permis de développer des circuits de plus petite taille et de plus en plus sophistiqués.

Année 1977 : Apple lança le premier micro-ordinateur, à savoir le MAC (pour Macintosh).

Année 1981 : IBM lança son premier micro-ordinateur, à savoir le PC (pour Personal Computer).

Années 90 : Développement des PDA (Personal Digital Assistants) qui assuraient un service internet et combinaient les fonctions d'agenda électronique, de bloc-notes, de téléphone. Ce sont ces équipements (les PDA) qui ont été ensuite remplacé par les *Smartphone*.

Années 2000 : combinaison des fonctions d'un téléphone mobile et d'un PDA tactile dans un même appareil sophistiqué, à savoir le Smartphone.

Pour une vision historique plus complète, selon l'ordre chronologique des événements, sur l'évolution des ordinateurs, l'étudiant est invité à consulter [1].

De façon générale, deux points importants marquent l'évolution des ordinateurs. Le premier est que l'ordinateur, au cours de son évolution, devient de plus en plus petit, où la miniaturisation des circuits intégrés le rend un outil utilisé tant à la maison qu'au bureau, et même partout surtout avec les nouvelles générations des ordinateurs portables. Le deuxième point est la puissance de calcul qui ne cesse pas d'augmenter tout au long de cette évolution, où les ordinateurs deviennent de plus en plus puissants, ce qui garantit la possibilité de répondre aux besoins croissants des différents services pouvant être fournis aux utilisateurs de la technologie, dont « la communication de données » est l'un des plus importants. Cette évolution de double avantage a contribué largement à la création et l'évolution des réseaux pour qu'il prennent la forme actuelle.

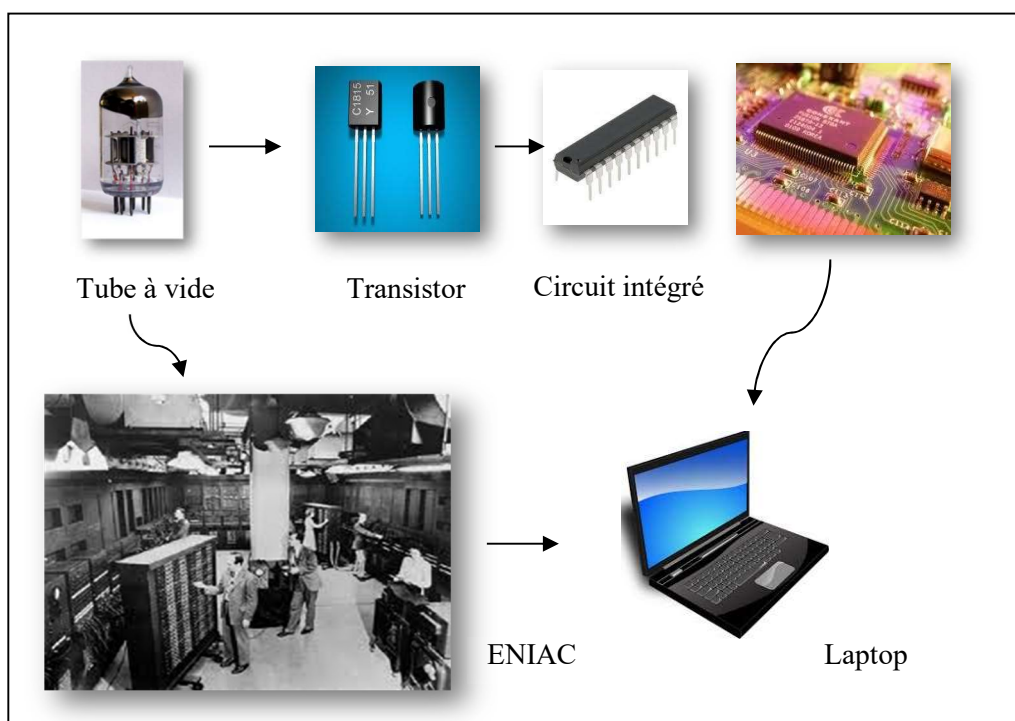


Figure 8. Evolution des ordinateurs.

4.2 Evolution des Réseaux

Actuellement, on vit une fusion complète des réseaux informatiques (les réseaux de données) et des réseaux de télécommunication. Auparavant, chacun des domaines étaient indépendants avec des principes de fonctionnement différents, et le rapprochement s'est fait petit à petit tout au long de l'évolution des réseaux informatiques, jusqu'à ce qu'ils deviennent totalement fusionnés tel qu'on le voit aujourd'hui. En effet, avant les années 70, il existait deux domaines indépendants :

- **Informatique** : qui est le domaine du traitement automatique de l'information à l'aide des ordinateurs.
- **Télécommunication** : qui est le domaine de la gestion des communications téléphoniques.

Pour le domaine de l'informatique, les ordinateurs n'étaient pas interconnectés jusqu'aux années 70, et pour répondre aux besoins d'échanger des données entre les ordinateurs, le transfert se faisait à l'aide des bandes magnétiques. Cependant, ce mode de faire provoque une perte du temps dans le transfert de données, aussi il génère des problèmes concernant les versions des copies (récente ou ancienne), qui est le problème du duplicata des données. Pour faciliter les conditions de travail, l'idée était de réaliser un transfert par connexion direct à travers un câble, d'où l'idée de réseau informatique local.

Partant de la même idée, et afin d'échange des données entre sites géographiquement dispersés, on avait besoin d'une connexion de longue distance. Pour ce faire, on a pensé à utiliser une infrastructure déjà existante, à savoir le réseau téléphonique, et ainsi commençait la fusion des réseaux informatiques et ceux de communications.

5 Avantages des réseaux

L'interconnexion des ordinateurs présente beaucoup d'avantages, entre autres :

- *Le partage des ressources* logicielles (fichiers, bases de données, etc.) ou matérielles (imprimantes, scanner, etc.) : dans une salle de TP (ou un cyber café), on peut avoir une seule imprimante installée au réseau et connectée au serveur, où chacune des machines du réseau l'utilise comme si elle est sa propre imprimante. On dit que l'imprimante (qui est une ressource matérielle) est partagée entre les machines du réseau.
- *La diminution des coûts* (grâce au partage de ressources) : dans l'exemple précédent, au lieu d'avoir autant d'imprimantes que le nombre de machines (ce qui est coûteux), on peut disposer de seulement une imprimante et toutes les machines l'utilisent, ce qui diminue le coût d'achat des imprimantes.
- *La garantie de l'unicité de l'information* : toutes les machines d'un réseau peuvent accéder à une seule copie de l'information mise sur le serveur (par exemple), ce qui assure l'unicité de l'information traitée par toutes les machines, et évite ainsi le problème du duplicata.
- *La fiabilité et la performance* : le système constitué d'un ensemble de machines interconnectées peut collaborer dans pour la réalisation d'une tâche plus rapidement et plus efficacement qu'un ensemble de machines indépendantes (pas de collaboration).
- L'offre de plusieurs services autre que le transfert de données, comme par exemple : la communication entre personnes.

6 Interconnexion des ordinateurs

L'interconnexion des ordinateurs dans un réseau peut se faire de deux manières possibles :

- *Directe* : où chaque ordinateur est connecté aux autres par des liaisons directes, et ainsi le transfert de données se fait de la source à la destination directement. Cette connexion devient impossible avec un nombre élevé d'ordinateurs, d'où l'utilisation de la connexion indirecte.
- *Indirecte* : où on utilise des équipements intermédiaires (ou d'interconnexion) pour connecter les ordinateurs (voir *Figure 9*). Dans ce cas, on parle de réseaux à commutation où la transmission se fait

à travers plusieurs nœuds. De la source à la destination, la donnée passe par plusieurs équipements intermédiaires.

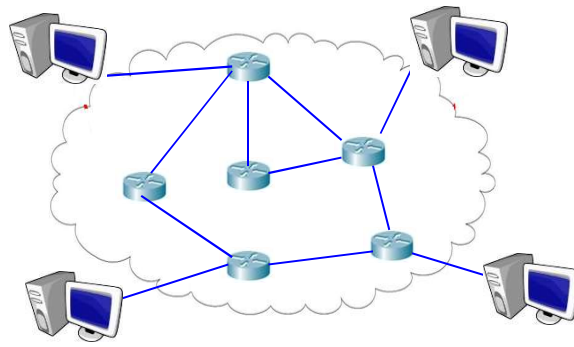


Figure 9. Réseau à commutation (avec des équipements intermédiaires)

7 Les composants réseau

Par similarité à l'ordinateur, le réseau informatique lui aussi est constitué de deux parties principale : *matérielle* et *logicielle*.

7.1 Partie matérielle

C'est la partie physique du réseau. Elle comporte tous les équipements constituant le réseau. On distingue trois types d'équipements réseau :

- a) *Equipements terminaux (hôtes)*. Ce sont les équipements utilisés pour consommer les services fournis par le réseau. Ils sont notamment : les ordinateurs, imprimantes, scanners et autres matériels qui fournissent des services directement à l'utilisateur.
- b) *Equipements d'interconnexion*. Ce sont des équipements qui permettent d'interconnecter les équipements terminaux (hôtes), et assurer le transport des données entre ces terminaux. Ils sont aussi utilisés pour étendre/ concentrer les connexions de câbles, et gérer les transferts de données. Exemple des équipements intermédiaires : les répéteurs, les concentrateurs, les commutateurs et les routeurs.
- c) *Supports de communication*. Ce sont les médias de transport qui permettent de relier « physiquement » les équipements du réseau (terminaux et intermédiaires). Ils peuvent être des :
 - Câbles, transportant des signaux électriques.
 - Fibres optiques, transportant des ondes lumineuses.
 - L'atmosphère ou le vide spatial, transportant des ondes radio.



Le chapitre 4 donne plus de détails sur les différents supports de communication et leurs caractéristiques.

7.2 Partie logicielle

Cette partie contient les différents programmes qui assurent le fonctionnement ainsi que l'utilisation des services du réseau, et qui peuvent être classifiés en deux classes :

- a) *Les protocoles de communication (ex. TCP/IP)* : ce sont des logiciels indispensables pour le fonctionnement du réseau. Par similarité à l'ordinateur, le protocole réseau est équivalent au système d'exploitation pour l'ordinateur.
- b) *Les programmes (applications) communicants (ex. le browser)*. Ce sont les logiciels qui permettent d'utiliser les services du réseau. Par similarité à l'ordinateur, ces programmes sont équivalents aux applications assurant l'utilisation de l'ordinateur pour la réalisation de différentes tâches (ex. Word, Media Player, etc.)



8 Classification des réseaux

Plusieurs paramètres peuvent être considérés dans la classification des réseaux, et le paramètre le plus répandu est la « taille du réseau ». Selon leurs tailles, on a quatre types de réseaux : *PAN*, *LAN*, *MAN*, *WAN*

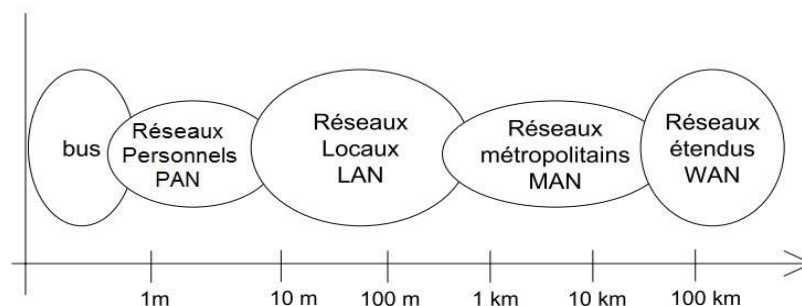


Figure 10. Classification des réseaux selon la taille.

8.1 PAN (Personal Area Network)

C'est le réseau de la plus petite taille. Il couvre une distance de quelques mètres, et sert à interconnecter les équipements personnels (téléphone mobile, ordinateur portable, etc.). Les réseaux PAN sont généralement sans fil.

Exemple : les réseaux Bluetooth, Zigbee, Infrarouge, etc.

8.2 LAN (Local Area Network)

C'est le réseau local. Il représente le réseau informatique sous sa forme la plus simple. C'est un réseau qui couvre une distance allant jusqu'à quelques kilomètres, et relie des équipements généralement d'une même organisation (par exemple une entreprise). Son débit peut aller de quelques Mb/s à quelques Gb/s (grâce à la fibre optique).

Exemple : Ethernet, réseau sans fil IEEE 802.11, Token Ring, HiperLAN, etc.

8.3 MAN (Metropolitan Area Networks)

C'est un ensemble de réseaux LAN interconnectés entre eux et avec l'extérieur. Un réseau MAN couvre une distance d'une ville.

Exemple : le réseau connectant le réseau d'Algérie Télécom, le réseau de Sonalgaz et celui de notre centre universitaire constitue un réseau MAN de la ville de Mila.

8.4 WAN (Wide Area Network, réseau longue distance)

C'est un réseau étendu qui couvre une grande zone géographique à l'échelle d'un pays, d'un continent, ou de la planète entière. Il relie des réseaux LAN et MAN.

Exemple : Le plus grand réseau WAN est le réseau des réseaux « Internet ».

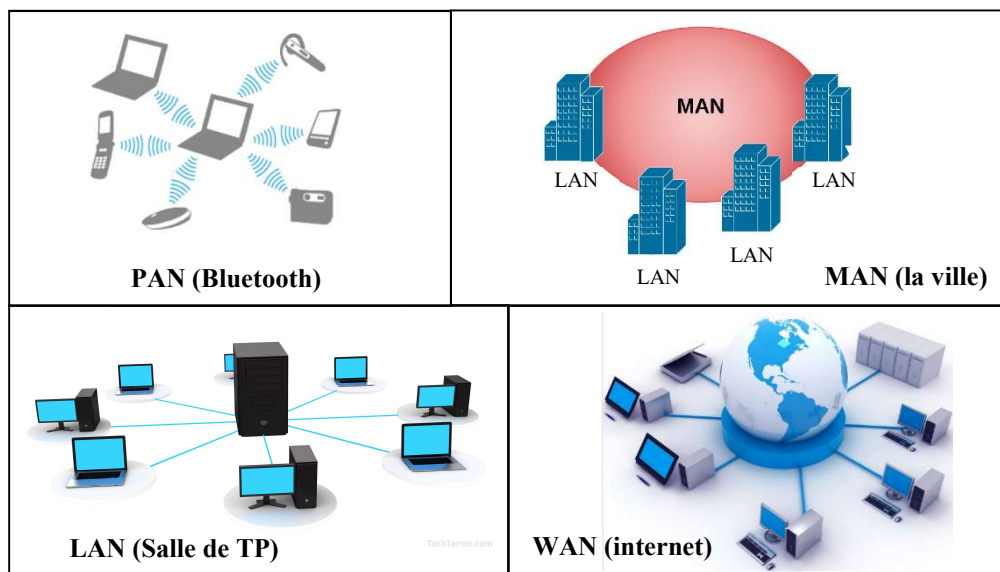


Figure 11. Différentes classes des réseaux : PAN, LAN, MAN et WAN

9 Topologie d'un réseau

La topologie d'un réseau est la structure des interconnexions entre les éléments du réseau. Elle désigne son architecture. Exemples de topologies : bus, étoile, anneau, maillée, etc. Il y a deux types de topologie :

- *La topologie physique* : elle définit la disposition du matériel physique du réseau.
- *La topologie logique* : elle définit la façon de communication entre les différents équipements du réseau, autrement dit, elle désigne le sens de circulation du flux de données au sein du réseau.

Il existe plusieurs topologies réseaux, mais il y en a quatre de base :

9.1 Topologie Bus

Dans une topologie en bus, il y a une seule connexion partagée par toutes les stations. Donc :

- Un seul câble connecte plusieurs stations (généralement appelé câble de Backbone).

- Une seule transmission est possible à chaque instant car le câble est partagé. Dans ce type de liaison plusieurs transmissions simultanées provoquent une collision (voir chapitre 6). Par conséquent, il faut une politique d'accès au support (un algorithme d'arbitrage).

Cette topologie est utilisée dans les réseaux LAN (ex. la topologie logique d'Ethernet).

Avantages	Inconvénients
✓ Mise en œuvre simple.	• Performance inversement proportionnelle avec le # de stations.
✓ Extensibilité facile.	• La panne du bus met en cause tout le réseau.
✓ Coût d'installation faible.	• Sécurité faible.
	• Nécessité de politique d'accès au support partagé

9.2 Topologie Anneau

Dans une topologie anneau, les stations sont reliées entre elles dans une boucle fermée (un anneau). Un segment de câble connecte chaque deux stations adjacentes. Les données circulent d'une station à l'autre dans un sens autour de l'anneau selon un mécanisme d'arbitrage, à savoir le jeton.

Avantages	Inconvénients
✓ Minimisation de la quantité de câble utilisé par rapport à Bus.	• La panne d'une station met hors service tout le réseau.
✓ Accès déterministe (pas de collision).	• Extensibilité difficile.

9.3 Topologie Etoile

Dans cette topologie, toutes les stations sont connectées à un nœud central (qui est généralement un équipement intermédiaire), et c'est à travers ce nœud central qu'elles communiquent. Selon le type du nœud central, les données transmises par une station et reçues par ce nœud central sont soit :

- Transmises à toutes les stations (dans ce cas le nœud central est similaire à un bus)
- Transmises aux stations concernées.

Cette topologie est utilisée dans les réseaux LAN (ex. la topologie physique d'Ethernet).

Avantages	Inconvénients
✓ Extensible facile.	• Plus onéreux (par rapport au Bus et Anneau).
✓ La panne d'une station ne parallélise pas tout le réseau.	• La panne du concentrateur bloque tout le réseau.

9.4 Topologie Maillée

Dans la topologie maillée, chaque station peut avoir des connexions avec toutes les stations, dans le cas d'un maillage complet, ou un sous ensemble de stations, dans le cas d'un maillage partiel. Cette topologie est utilisée dans les réseaux WAN.

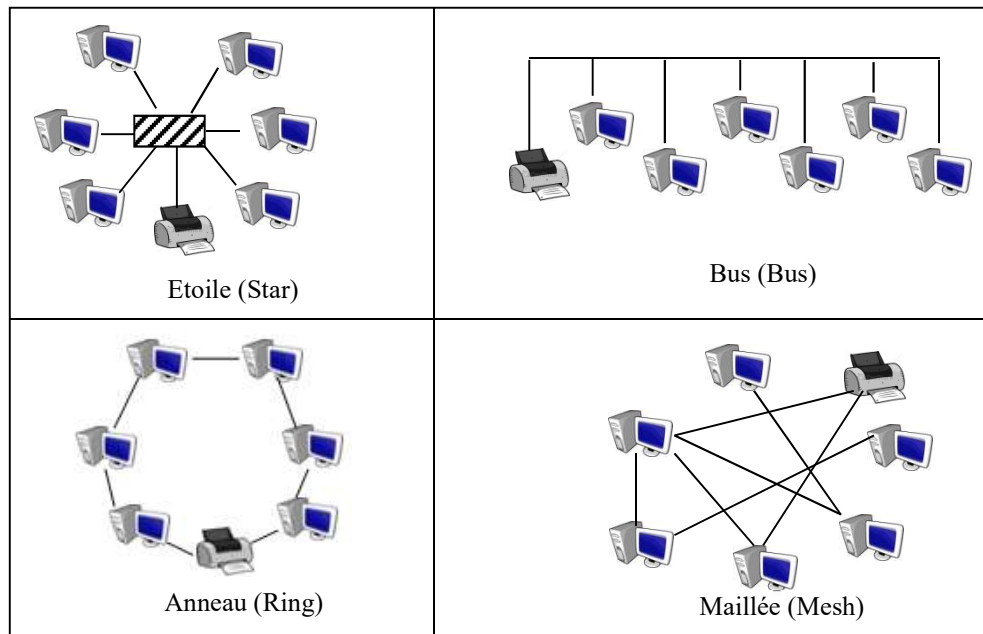
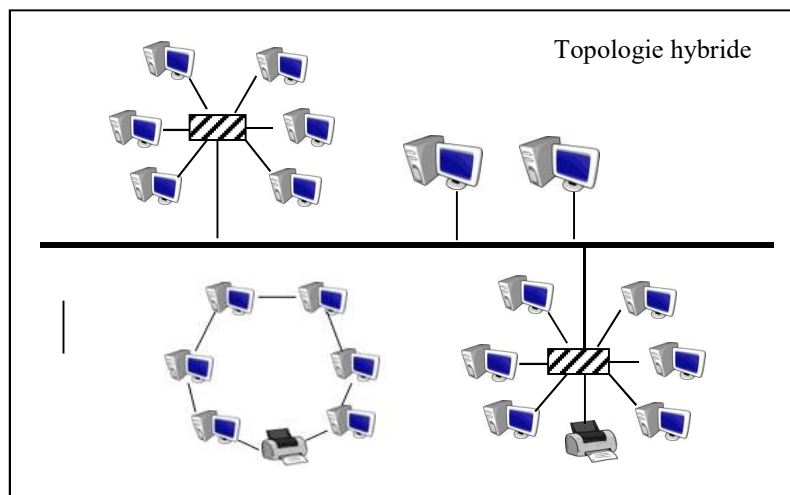


Figure 12. Différentes topologies des réseaux.

Toute combinaison entre ces topologies est possible, ce qui donne une topologie hybride :



9.5 Choix de la topologie

Chaque topologie présente des points forts et des points faibles, et donc pour chaque situation il faut choisir la topologie qui serait la meilleur à adopter en considérant les points suivants :

- La taille du réseau (LAN, WAN, etc.)

- Selon la taille du réseau, il y a des topologies qui sont faisables et d'autres qui ne le sont pas. Par exemple, pour un réseau LAN on peut utiliser une topologie étoile, ce qui n'est pas possible pour un réseau WAN (il a généralement une topologie maillée).
- La technologie utilisée (Ethernet, Token Ring, etc.)
 - La technologie utilisée peut imposer l'utilisation d'une topologie bien précise. C'est le cas pour Ethernet, où un réseau Ethernet a une topologie (logique) bus. Ceci est aussi le cas pour la technologie Token Ring où le réseau doit avoir une topologie anneau.
- Les contraintes économiques (Équipement intermédiaire, câblage, etc.)
 - Si la priorité est de mettre en œuvre un réseau avec le moindre coût possible, donc ça serait mieux d'utiliser une topologie bus au lieu d'une topologie étoile, par exemple.
- Les services à offrir (Protection contre des pannes, qualité de service, etc.)
 - Selon les services à assurer par le réseau, certaines topologies seraient meilleures que d'autres. Par exemple, si la priorité est d'avoir un réseau sécurisé, il vaut mieux éviter une topologie bus.

Donc, il n'y a pas de topologie qui est toujours meilleure qu'une autre, mais ceci dépend plutôt de la situation et se diffère d'un réseau à un autre. Pour opter pour une telle topologie qui est la plus adéquate et la plus adaptée à son réseau, l'ingénieur réseau doit considérer les paramètres susmentionnés ci-dessus pour en faire le choix.

10 Architecture fonctionnelle des réseaux

Les deux modes de fonctionnements des réseaux sont : client/serveur ou égale à égale.

10.1 Architecture Client/serveur

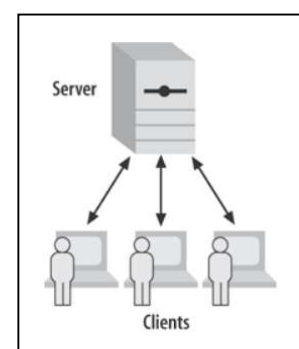
Dans l'architecture client/serveur, un ordinateur central, appelé « *serveur* », fournit des services aux autres ordinateurs, appelés « *clients* ».

Rôle du serveur :

- Il est toujours à l'écoute, et prêt à répondre aux requêtes des clients.
- À l'arrivée d'une requête, il la traite et envoie la réponse.

Rôle du client :

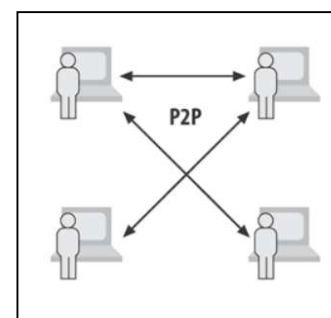
- Il envoie des requêtes au serveur.
- Il attend des réponses à ses requêtes de la part du serveur.



10.2 Architecture Peer to Peer (égale à égale)

Appelée aussi l'architecture pair à pair. Dans cette architecture, chaque client est aussi un serveur (pas d'ordinateur central). Ainsi, chaque machine peut jouer les deux rôles. Généralement, cette architecture sert au :

- Partage de fichiers en pair à pair.



- Calcul scientifique.
- La communication.

En général, un système client/serveur se concentre sur le partage de données, où il y a une machine spécifique (le serveur) qui gère les données, et on dit qu'on a une gestion centralisée de données. Tandis que le système pair à pair se concentre sur la connectivité, et chaque machine a ses propres données et applications.

11 Liaisons partagées et liaisons dédiées

11.1 Liaison partagée

On parle d'une liaison partagée dans le cas d'un média de transport qui est utilisé par toutes les stations pour la transmission de données, et donc :

- Une seule transmission est possible à chaque instant.
- Ce type de liaison nécessite des mécanismes pour partager le média et gérer l'accès.

Exemples de la liaison partagée : le canal radio dans le cas des réseaux sans fil, le bus dans le cas d'un réseau de topologie bus, etc.

11.2 Liaison dédiée

La liaison dédiée est utilisée seulement par les deux stations qu'elle les relie, et ainsi la transmission se fait de l'une des deux stations vers l'autre. Exemple de liaisons dédiées, les liaisons d'un réseau d'une topologie maillée.

12 Techniques de transmission

Il existe trois techniques de transmission tout dépend du nombre de destinataires. Il y a la transmission Unicast, Multicast et Broadcast.

12.1 Unicast (transmission point-à-point)

Une transmission unicast est une communication entre seulement deux hôtes. Elle est caractérisée comme suit :

- La transmission est donc entre une seule source et un seul destinataire.
- Chacun des hôtes communicants est identifiée par une adresse unique.
- Nécessité d'une fonction de recherche du chemin entre source et destinataire.

En faisant parallèle avec la réalité, supposons qu'il y a un réseau interconnectant l'enseignant avec ses étudiants. Un exemple d'une transmission unicast est le cas où l'enseignant envoie un message à l'étudiant majeur de sa promotion pour une participation à un concours.

12.2 Multicast (transmission multipoint)

Une transmission multipoint est appelée aussi diffusion de groupe. C'est une transmission dans laquelle la même information est envoyée à plusieurs récepteurs en une seule transmission, et ainsi :

- La diffusion est d'un émetteur (source unique) vers un groupe (plusieurs mais pas tout) de récepteurs.
- Le groupe de récepteur est identifié par une adresse de multicast.

Considérons le réseau enseignant-étudiants précédent, l'exemple d'une transmission multicast est le cas où l'enseignant envoie un message aux étudiants qui ont une note inférieure à 10 pour leur faire un examen de rattrapage (supposons que la moitié de la promotion ont moins de 10 dans l'examen).

12.3 Broadcast (diffusion)

Une transmission broadcast permet de faire parvenir des données à toutes les stations en une seule transmission.

Ce type de transmission :

- Est réalisable sur un canal commun ou par une diffusion active par les nœuds. Par exemple dans les réseaux sans fil, les données sont diffusées à toutes les stations capables de recevoir.
- Peut présenter un risque de sécurité.

Considérons le réseau enseignant-étudiants précédent, l'exemple d'une transmission broadcast est le cas où l'enseignant envoie un message d'information à tous les étudiants à propos de la programmation d'une séance supplémentaire.

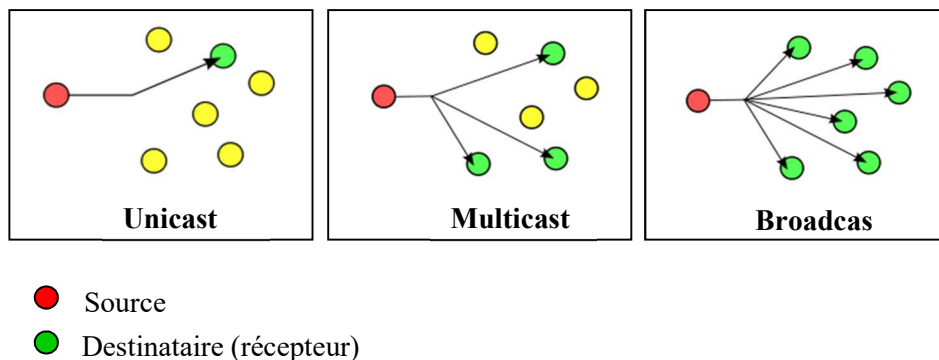


Figure 13. Différentes techniques de transmission : Unicast, multicast et broadcast

13 La commutation

La commutation est le processus de relais (ou d'acheminement) des données à travers le réseau d'un nœud à un autre et de la source à la destination. Elle est assurée par des équipements intermédiaires appelés *commutateurs*. On ne parle de commutation que dans le cas d'une interconnexion indirecte (voir Section 6). Dans une topologie étoile, où l'équipement au centre (le concentrateur) est un équipement intermédiaire, à la réception d'une donnée d'une machine le concentrateur la retransmet à sa destination, on dit que le concentrateur a fait une commutation de données. Tandis que dans une topologie maillée, la donnée envoyée par la source arrive à sa destination directement sans commutation.

Il existe trois types principaux de commutation :

- La commutation de *circuits*. (Utilisé dans les réseaux téléphoniques)

- La commutation de **messages**. (Utilisé dans l'envoi des E-mail)
- La commutation de **paquets**. (Utilisé dans le trafic Internet)

13.1 Commutation de circuits

Dans ce mode de commutation, un circuit (un canal) est établi par les commutateurs intermédiaires entre l'émetteur et le récepteur avant la communication. L'établissement du circuit se manifeste par la réservation des ressources tout au long du chemin entre la source et la destination. La ressource dans ce cas est la bande passante. Les données suivent le même chemin (établi par le circuit) pendant toute la durée de la communication. Ce circuit est temporaire (il sera libéré après la communication), et il est dédié à une seule communication. Ce mode est :

- 1) Bien adapté aux longs échanges (ex. une conversation téléphonique) caractérisés par :
 - Une durée d'établissement de connexion petite par rapport à la conversation.
 - La nécessité d'une qualité et d'un délai de transmission constants (la ligne ne doit pas être coupée).
- 2) Mal adaptée au trafic téléinformatique caractérisé par de courts échanges de données avec de longues pauses.

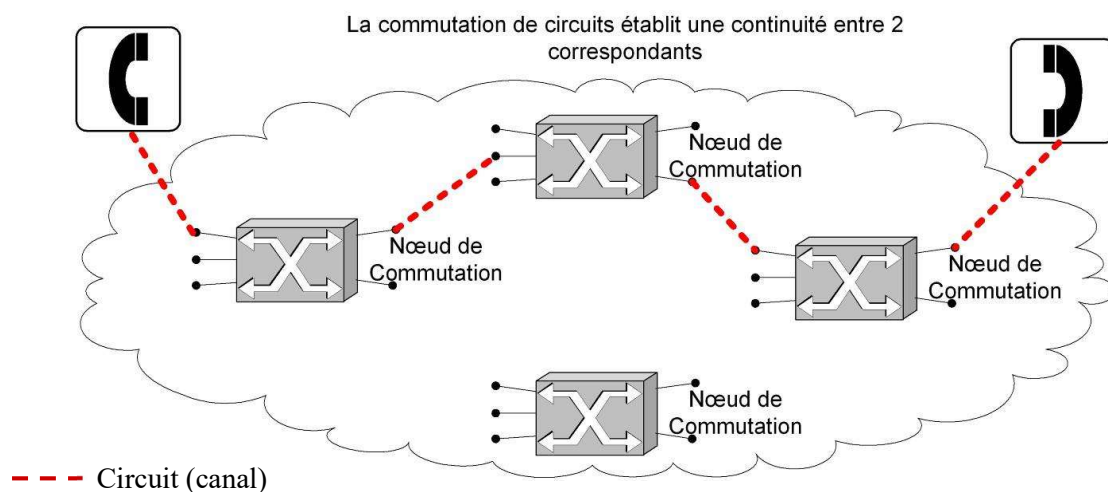


Figure 14. La commutation de circuit

13.2 Commutation de messages

La commutation de message consiste à transmettre un bloc de données appelé message (ex. un E-mail) séquentiellement d'un nœud à un autre selon le principe *"Store and Forward"*. C'est-à-dire chaque nœud attend d'avoir reçu l'intégralité du message avant de le transmettre au nœud suivant. Elle fonctionne ainsi :

- 1) La source passe le message au premier commutateur.
- 2) Le commutateur stocke le message jusqu'à ce qu'il puisse établir une connexion avec le prochain commutateur ou le destinataire.

- 3) Une fois la connexion est établie, le message est envoyé au prochain commutateur jusqu'à l'arrivée à la destination finale.

Dans ce mode de commutation, on a :

- ✓ Une utilisation économique des lignes de transmission par rapport à la commutation de circuit (pas de réservation de canal).
- ✓ Une possibilité de transfert de données même si le destinataire est déconnecté (pas besoin d'établir un circuit), contrairement à la commutation de circuit qui nécessite une connexion avec le destinataire.
- ✓ Diffusion économique d'un message à plusieurs destinataires (création de duplicatas).
- Le temps de transit dépend de la taille du message, de la taille du réseau et du trafic.
- Mal adapté aux conversations (délais trop longs).

13.3 **Commutation de paquets**

Le principe est de segmenter l'information (le message) en paquets (petit bloc de données), transmis indépendamment par les nœuds intermédiaires et réassemblés au niveau du destinataire. La commutation de paquets fonctionne comme suit :

- 1) La source segmente le message à transmettre en paquets et les transmet l'un après l'autre au premier commutateur.
- 2) Un commutateur transmet un paquet dès sa réception sans attendre les prochains paquets.
- 3) Les paquets d'un même message peuvent suivre des chemins différents vers la destination.
- 4) Le destinataire recombine les paquets reçus pour obtenir le message.

Dans ce mode de commutation, on a :

- ✓ Une utilisation économique de la ligne, car la petite taille des paquets évite de monopoliser la ligne (contrairement à la commutation de message). Voir figure ci-après.
- ✓ Bien adapté au transfert de données informatique (c'est le mode de transfert utilisé sur internet).
- ✓ Résistances aux pannes des nœuds intermédiaires.
- Délai de transfert variable.
- Il y a possibilité de pertes de paquets.

13.4 **Différences entre commutation de messages et de paquets**

La différence entre la commutation de circuit et les deux autres commutations est claire. Cependant, la commutation de message et celle de paquet sont pratiquement quasi similaire, néanmoins il y a des différences entre elles. Pour illustrer une des différences considérons l'exemple dans la Figure 15.

On peut bien remarquer qu'un bloc de données envoyé par commutation de messages prend plus de temps à arriver à la destination que s'il est envoyé par commutation de paquet. Ceci car en commutation de message un nœud dans la chaîne de transmission, par exemple *N1*, attend la réception de tout le bloc de données pour pouvoir commencer sa transmission au nœud suivant (le nœud *N2*).

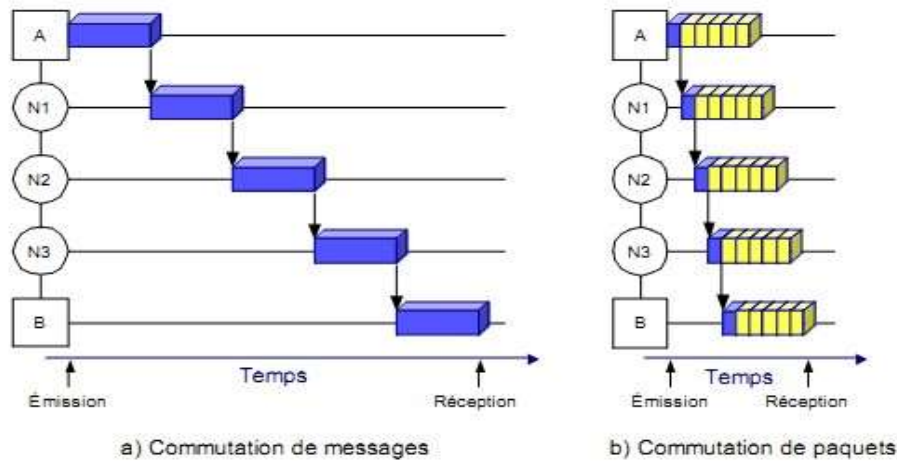


Figure 15. Commutation de messages vs commutation de paquets

Par contre, en commutation de paquet le nœud *N1* commence sa transmission dès la réception de la première partie (le premier paquet) du bloc de données, ainsi au moment de l'envoi du deuxième paquet par *A* vers *N1*, *N1* envoie le paquet qu'il a déjà reçu, à savoir le premier paquet, à *N2* en parallèle. Notez que dans ce cas, la transmission commence séquentiel ensuite devient parallèle. Ce parallélisme est appelé parallélisme pipeline.

14 Modes de fonctionnement

La communication dans un réseau peut être établie selon deux modes, à savoir avec connexion ou sans connexion :

14.1 Mode sans connexion (Datagrammes)

Dans le mode non connecté, le paquet transmis est appelé *datagramme*. Dans ce mode :

- Chaque paquet contient les adresses source et destinataire permettant sa livraison autonome.
- Chaque paquet est acheminé indépendamment des autres.
- Possibilité de transmissions multicast et broadcast.

Le service offert par le mode sans connexion est caractérisé par la :

- Non fiabilité (possibilité d'erreurs, mauvaise livraison, etc.)
- Non garantie de délivrance (possibilité de perte de paquets)
- Non garantie de l'ordre de réception (possibilité de dé-séquencement, duplicatas, etc.).
- Non garantie de délai de délivrance de paquets.

14.2 Mode orienté connexion

Dans le mode connecté, une connexion doit être établie entre les stations avant la communication qui se déroulera en trois étapes :

1. Etablissement de la connexion
2. Transfert de données.

3. Libération de la connexion.

Lors de l'établissement de la connexion, des paramètres comme la vitesse de transmission, la taille des paquets, la numérotation des paquets, etc. peuvent être négociés.

Dans ce mode de fonctionnement, le service offert est un service fiable avec garantie de délivrance dans l'ordre des données envoyées.

N.B. On note bien que la commutation de circuit fonctionne selon le mode connecté, et la commutation de message fonctionne selon le mode non connecté. Cependant, la commutation de paquets peut fonctionner selon les deux modes.

15 Multiplexage

Le multiplexage est la technique de partage d'une voie, appelée voie haut vitesse, entre plusieurs utilisateurs (ou voies appelées voies basse vitesse). Ainsi, plusieurs données issues de différents utilisateurs vont être passées à travers un seul support de transmission. L'opération est assurée par un équipement appelé Multiplexeur/Démultiplexeur.

Il existe deux techniques principales de multiplexage :

- *Multiplexage temporel (TDM) :*
 - Des intervalles de temps sont alloués périodiquement aux différents utilisateurs.
- *Multiplexage fréquentiel (FDM) :*
 - Une plage de fréquences fixe est attribuée à chaque utilisateur
 - Cette bande passante permet de transmettre à un débit fixe.

N.B. On revient en détail sur ce concept dans le chapitre 3.

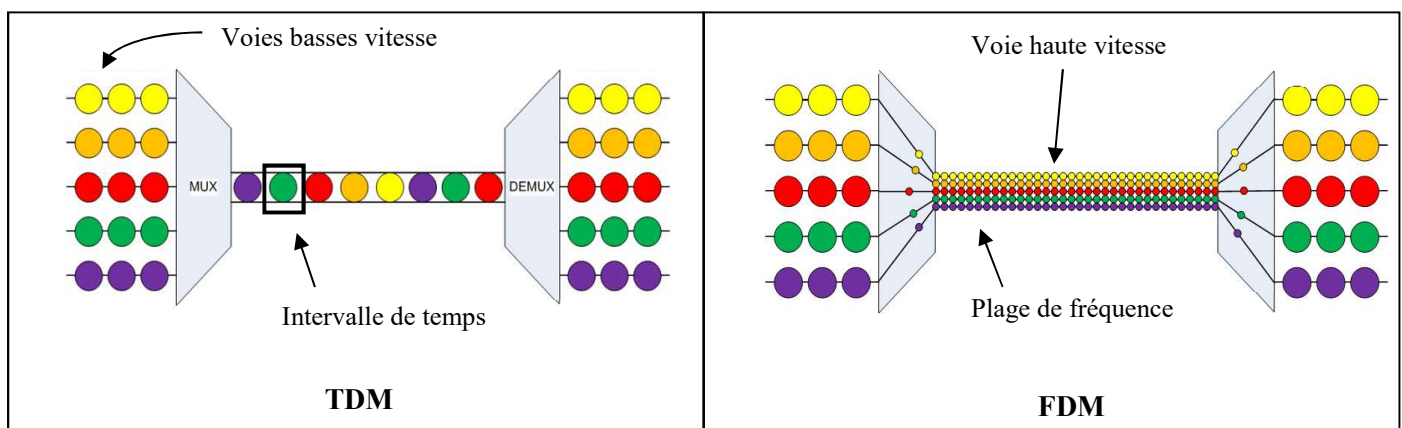


Figure 16. Multiplexage temporel et fréquentiel

16 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu c'est quoi un réseau, quelles sont ses composantes, ses architectures, etc. Nous pouvons maintenant étudier son fonctionnement avec plus de détail. Pour cela, nous devons tout d'abord comprendre le modèle en couche utilisé pour modéliser les réseaux, ce qui nous facilitera leurs études. C'est ce que nous allons voir dans le chapitre qui suit avec le modèle OSI.