



# 1 Introduction

---

## Objectifs

- ✧ Acquérir une vue d'ensemble du domaine de la réseautique.
- ✧ Comprendre les objectifs de la communication entre ordinateurs.
- ✧ Comprendre la relation client-serveur.
- ✧ Connaître les caractéristiques des réseaux étendus et locaux.
- ✧ Connaître les différents modes de communication.

## Programme de lecture

- ✧ Sections 1.1 à 1.3 de [Tanenbaum2004].
- ✧ Chapitre 3 [St-Pierre1996].
- ✧ Chapitre 1 de [Kurose2005]

## 1.1 Introduction

Le 20<sup>e</sup> siècle a été dominé par deux grandes technologies : les télécommunications et l'informatique. La première concerne le besoin de communiquer de l'information de façon fiable et rapide. La seconde s'attache à la cueillette, au traitement et à la présentation de l'information. Les réseaux téléphoniques et les systèmes de diffusion comme la radio et la télévision sont issus des technologies des télécommunications, l'ordinateur et le stockage de masse des technologies de l'informatique. Il était inévitable que ces deux technologies convergent. Grâce au logiciel, la télématique est le fruit de cette convergence. C'est la technologie du 21<sup>e</sup> siècle.

L'intégration de l'informatique et des télécommunications fait disparaître la frontière entre la transmission des données numériques et celle de la voix ou des images, de telle sorte que toutes ces données utilisent les mêmes supports (fils de téléphone, câbles, ondes radio) et peuvent être traitées par les deux technologies. Par exemple, l'ordinateur peut aujourd'hui lire les disques audio et les films sur cédérom ; il peut servir de répondeur ou de télécopieur ; dans le domaine de la télévision, le traitement numérique du son et des images fait maintenant partie intégrante des caméras.

L'association des télécommunications et de l'informatique permet d'une part, l'accès aux données à partir de n'importe quel ordinateur éliminant

le problème de la distance et d'autre part, donne naissance aux systèmes distribués. Dans un système distribué, le système d'exploitation choisit les processeurs qui exécutent le travail, l'emplacement des données sources, le système de transport des données et l'emplacement des résultats. Le tout apparaît à l'utilisateur comme un processeur virtuel unique.

L'informatique et les télécommunications sont si intimement liées que l'ordinateur devient un outil de communication et les télécommunications font partie de l'infrastructure du traitement des données. La portée d'un ordinateur domestique est telle qu'il peut accéder à une variété de services et de données ouvrant ses frontières au réseau mondial sans égard à son emplacement géographique.

## 1.2 Problématique de la réseautique

*Ne pas confondre réseautique téléinformatique et télématique.*

**Réseautique** : ensemble des techniques et des activités qui ont pour but de concevoir, installer et exploiter des réseaux.

**Télématique** : ensemble de services permettant la transmission unilatérale ou interactive d'informations (textes, graphiques, sons, images, etc.) dans un réseau de télécommunication par la mise en œuvre de techniques de télétraitement.

**Téléinformatique** : association des techniques de l'informatique et des télécommunications en vue de permettre l'accès à distance aux ressources de calcul et de stockage, la répartition géographique des ressources informatiques ou la communication entre utilisateurs au moyen de ces ressources.

La réseautique associe les technologies de l'informatique et des télécommunications dans le but de relier un ensemble d'équipements informatiques de façon à permettre l'échange des données. Son évolution explosive durant les dernières décennies a mené les chercheurs à trouver des solutions à une problématique complexe dont certains points sont énumérés dans la liste suivante :

- ✧ nombre d'équipements croissant ;
- ✧ variété dans la technologie matérielle et les protocoles ;
- ✧ besoins différents créés par des applications différentes ;
- ✧ distance entre les points de communication ;
- ✧ supports technologiques disponibles : réseaux téléphoniques locaux, services ;
- ✧ erreurs de transmission causées par la défaillance technologique et le bruit ;
- ✧ congestion des réseaux ;
- ✧ délais de transmission ;
- ✧ sécurité.

L'évolution de la réseautique passe par le développement de solutions à ces problèmes. Les solutions sont présentées dans ce cours suivant une approche graduelle qui débute par un survol des concepts nécessaires à la compréhension du fonctionnement des réseaux et poursuit avec l'étude détaillée des architectures OSI et TCP/IP dans les modules suivants.

## 1.3 Les réseaux locaux

Un réseau peut être constitué de deux ou plusieurs ordinateurs. Une liaison est dite **point à point** lorsqu'elle ne relie que deux équipements. Elle est dite **multipoint** lorsque plus de deux équipements sont reliés à une même liaison.

La conception d'un réseau multipoint peut donner lieu à différentes configurations suivant le nombre d'appareils et leur emplacement. Cet aspect de la conception est important, car la fiabilité et la performance du réseau seront tributaires de la configuration du réseau.

### 1.3.1 Communication point à point

#### 1.3.1.1 Objectifs de la communication entre deux ordinateurs

Deux ordinateurs communiquent pour échanger des données. L'action se passe entre un émetteur et un récepteur. L'émetteur doit d'abord signifier qu'il a des données à transmettre, s'assurer que le récepteur accepte la communication, vérifier que ce dernier a reçu les données qu'il a transmises et, finalement, mettre fin à la communication. Ces opérations correspondent à une conversation entre deux personnes. Il pourrait s'agir d'une conversation téléphonique qui se compare à la communication entre deux ordinateurs, car elle utilise un support similaire et oblige les partenaires de communication à établir un protocole.

#### 1.3.1.2 Modèle de communication

En comparant la communication entre deux ordinateurs à une conversation téléphonique, il est possible de dégager les éléments essentiels de cette fonction. L'objectif général d'une communication est l'échange d'un message entre une source et une destination. Le message doit être compréhensible par les deux parties et la source doit s'assurer que le message a été reçu et compris par le destinataire.

Nous venons de déterminer trois éléments de base à toute communication : la source, la destination et le message. Pour transmettre le message, il faut nécessairement un lien de communication entre la source et la destination.

Par exemple, entre deux individus qui parlent ensemble, ce lien est représenté par la couche d'air qui les entoure ; c'est le support de transmission. L'émetteur doit ensuite moduler l'air dans un format compréhensible par l'auditeur ; c'est la façon d'encoder le message en fonction du support (l'air). Comme toute communication, il peut y avoir du bruit, un message mal reçu, plusieurs messages à traiter en même temps, etc. La validation peut utiliser une autre voie de communication, comme dans le cas d'un signe d'acquiescement de la tête.

L'exemple de la conversation téléphonique va même un peu plus loin. D'une part, en plus d'encoder le message sous forme d'ondes sonores, un second dispositif transforme les ondes sonores en ondes électriques pour utiliser cette fois le fil comme support de transmission. Le message peut ainsi subir plusieurs transformations et, à la condition d'appliquer dans le bon ordre les transformations inverses, il est reçu sans altération par le destinataire.

**L'échange de messages** entre deux ordinateurs se modélise par les cinq fonctions élémentaires suivantes :

- ✧ **La source** : il s'agit de l'équipement qui génère les données à transmettre. Par exemple : le poste de l'utilisateur. Dans le cas d'un échange entre deux ordinateurs, celui qui envoie est parfois appelé **ordinateur d'origine**.
- ✧ **L'émetteur** : les données générées par la source ne sont pas transmissibles directement et doivent être transformées pour accéder à un support de transmission. Par exemple, un modem transforme les signaux numériques en signaux analogiques pour utiliser le système téléphonique pour la transmission des données.
- ✧ **Le support de transmission** : représente la technologie utilisée pour transmettre les signaux encodés par le transmetteur. Le support de transmission peut être une ligne téléphonique, un câble Ethernet ou une onde électromagnétique. Il peut s'agir aussi d'une technologie complexe organisée en réseau et utilisant plusieurs supports de communication différents.
- ✧ **Le récepteur** : il reçoit le signal provenant du support de transmission et le convertit en données pouvant être utilisées par l'équipement auquel elles sont destinées. Il fait en quelque sorte d'appliquer la fonction inverse du transmetteur. Cependant, il faut comprendre que le transmetteur est parfaitement adapté à la source et au support de transmission situés à une des extrémités de la liaison. De même, le récepteur doit correspondre au support de transmission et à l'équipement utilisés à l'autre extrémité du lien. Par exemple, une caméra encode l'image et transmet le signal par lien téléphonique qui arrive par câble à un ordinateur qui affiche l'image sur un écran.
- ✧ **La destination** : l'équipement qui reçoit et utilise les données. Dans le cas d'un échange entre deux ordinateurs, celui qui reçoit est parfois appelé **ordinateur hôte** ou **destinataire**.

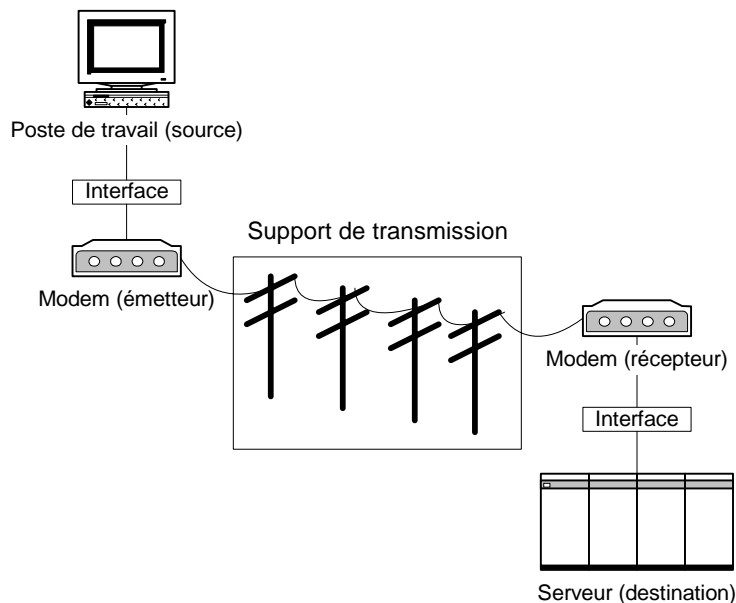


Figure 1-1 : Modèle de communication.

## 1.3.2 Communication multipoint

### 1.3.2.1 Objectifs de la communication multipoint

Un réseau multipoint est composé d'un ensemble d'équipements informatiques reliés entre eux par des liens de communication. Il peut s'agir de plusieurs ordinateurs et imprimantes reliés entre eux par des câbles physiques.

Les ordinateurs peuvent être reliés entre eux pour différentes raisons. La première est le partage d'une ressource telle l'imprimante. Une autre serait de permettre l'accès aux mêmes données à un ensemble de postes. Lorsque les données sont mises à jour, il suffit de les modifier à un seul endroit. Chaque ordinateur pourrait être autonome sur le plan des ressources dont il a besoin (imprimante, espace disque, logiciels, données), mais utiliser un service disponible sur le réseau comme le service de messagerie.

### 1.3.2.2 Modèle client-serveur

La diminution des coûts et l'amélioration des technologies reliées à l'utilisation de la réseautique ont rendu possible le partage d'autres ressources plus dispendieuses tels les serveurs de disques et les imprimantes de haute qualité. Elles ont également permis le partage des bases de données et la centralisation des informations. Dans un contexte de partage de ressources, l'ordinateur qui met à disposition une ressource est appelé **serveur**, celui qui utilise cette ressource est le **client**. Pour une ressource donnée, par exemple un disque, le serveur met à la disposition de ses clients un service représentant le disque. Un

**service** est un logiciel spécialisé dans la représentation d'une ressource sur une liaison de communication pour un groupe de clients donné.

Dans un réseau, il est possible de définir un serveur pour une ressource et être client pour une autre ressource. Par exemple, un serveur de disque peut utiliser les services d'un serveur d'imprimante. Il est le serveur pour des ressources disque et client pour une ressource imprimante. Le concept de client-serveur s'applique donc au service qui est partagé.

Voici un exemple d'application client-serveur.

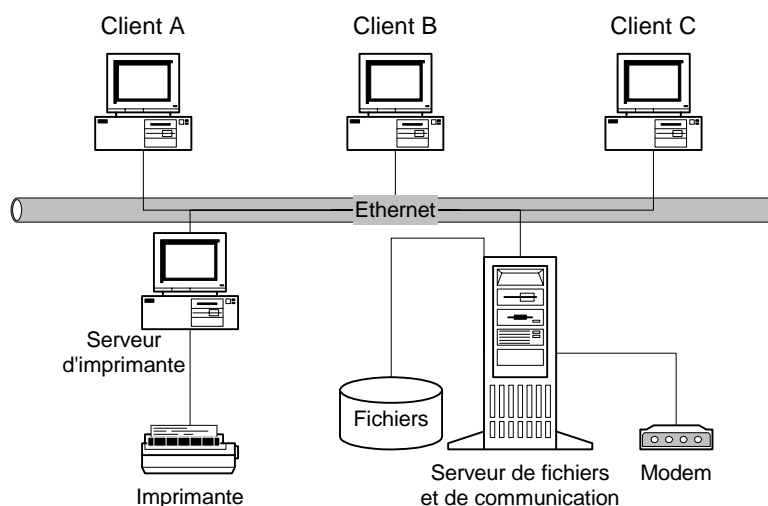


Figure 1-2 : Réseau multipoint avec serveur.

Un réseau local relie deux ou plusieurs équipements de façon à permettre la communication et l'échange de services communs. Les applications client-serveur se rencontrent le plus souvent entre ordinateurs d'un même réseau local. Par exemple, le partage des disques demande généralement un lien rapide pour permettre des temps de réponse acceptables. Les serveurs de courrier sont un exemple d'application client-serveur pouvant utiliser des liens de communication moins rapides comme le modem.

Le **trafic** est l'ensemble effectif d'unités de données échangées sur un support.

Le **débit** est le nombre d'unités de données échangées sur un support de communication par unité de temps.

La **vitesse** est la distance franchie sur un support de communication par unité de temps. Plusieurs mesure de distance peuvent être utilisées : mètre, commutateur, hop, etc.

Un **aiguilleur** est un équipement oriente un message d'un sous-réseau à un autre (au sein d'un même réseau étendu).

Le **pont** est un équipement de relais entre deux réseaux ou deux systèmes ayant la même architecture ou une architecture similaire et dont la particularité est d'être habituellement invisible à l'utilisateur.

Les réseaux locaux d'une vingtaine d'ordinateurs peuvent se partager un même support de communication. Ils sont reliés entre eux et peuvent communiquer sans intermédiaire. Chaque ordinateur doit parler à tour de rôle et les activités de tous les ordinateurs partageant le support sont visibles à tous. L'ensemble des données produites et mises en circulation par les activités de communication se nomme **trafic**.

Lorsque le trafic devient trop grand sur le réseau, il arrive qu'on doive le scinder pour éviter la congestion. Le réseau contient alors plusieurs segments dont chacun ne voit que le trafic local. On relie les segments par un aiguilleur permettant aux ordinateurs d'un segment de communiquer avec ceux des autres segments.

## 1.4 Les réseaux étendus

Le réseau est composé d'équipements reliés par une infrastructure de supports physiques agencés selon des configurations variées. Dans un même édifice, un réseau local permet de relier l'ensemble des équipements. Entre deux réseaux locaux, il existe d'autres types de liaison permettant de les relier. Dans le cas des réseaux étendus, les connexions point à point sont généralement utilisées pour relier les différents réseaux locaux.

Tous les ordinateurs ne peuvent être reliés entre eux par des liens de communication directs. Cette méthode serait coûteuse et irréalisable. Une méthode plus pratique passe par l'utilisation des liaisons existantes pour former une chaîne entre deux ordinateurs appartenant à des réseaux locaux différents.



## 1.5 Interconnexion entre les réseaux

Les liaisons sont les canaux permettant la communication entre deux ordinateurs et les informations sont transmises sous forme d'unités de données.

Dans un réseau étendu, il convient de distinguer deux grandes fonctions : d'une part, celle du transport de l'information et d'autre part, celle du traitement de ces informations. Suivant ces deux fonctions, les équipements sont regroupés de la façon suivante :

- ✧ **équipements de traitement** : ils utilisent et transforment les informations ou offrent un service de partage des ressources ; ce sont les points d'accès du réseau. Ce sont les ordinateurs, les terminaux et les imprimantes.
- ✧ **équipements d'acheminement** : ils ont comme rôle principal d'acheminer les messages sur le réseau. Ce sont les aiguilleurs (*router*).

La notion de réseau peut être étendue aux composantes de l'ordinateur lui-même. Par exemple, un ordinateur peut être relié à une imprimante par un câble sériel ou parallèle. Ou encore, le processeur est relié à sa mémoire par le bus de l'ordinateur et à son disque par une interface de type IDE ou SCSI. Ces aspects de la communication ne seront pas étudiés dans ce cours.

Cette notion peut également s'appliquer à un concept plus large où l'aiguilleur peut lui-même être un réseau qui offre des services de traitement ou de transport de l'information. Cette vision est avantageuse lorsqu'il s'agit de considérer les réseaux sur une plus grande échelle. Un réseau local comprend un ensemble d'ordinateurs qui se partagent les tâches pour assurer une fonction. Il est ainsi possible de leur attribuer une ou plusieurs fonctions en les considérant comme un seul équipement ayant des services, un débit et un niveau de congestion.

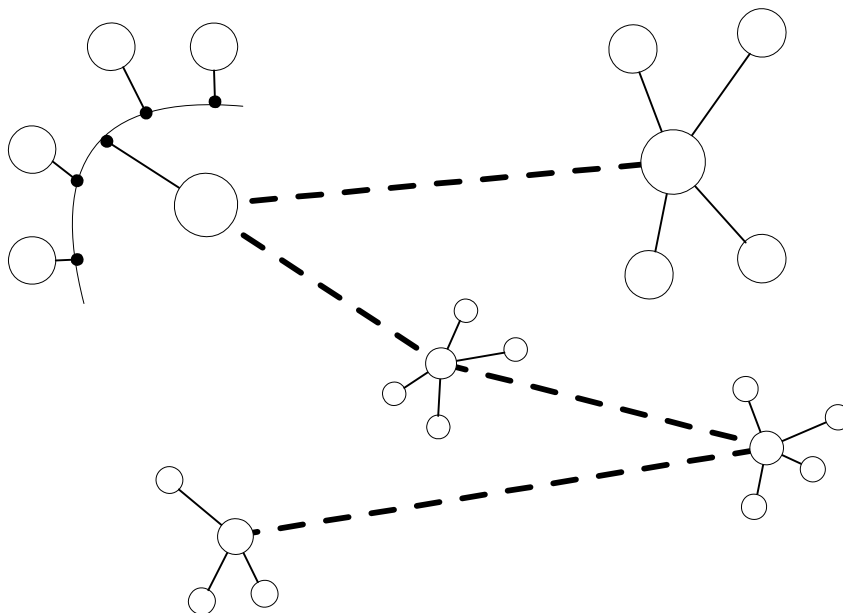


Figure 1-3 : Réseau étendu.

Pour permettre la communication entre plusieurs réseaux locaux distants qui ne sont pas directement reliés entre eux, il est parfois nécessaire de passer par un ou plusieurs aiguilleurs intermédiaires.

Certains équipements ont pour fonction principale d'aiguiller les messages vers leur destination. Ce sont les équipements d'acheminement décrits plus haut. L'ensemble de ces équipements forme un sous-réseau de transport.

## 1.6 Topologie des réseaux

*Des méthodes d'analyse topologiques sont décrites au manuel : Réseaux Locaux, fondements, implantation et études de cas, Samuel Pierre.*

La topologie d'un réseau désigne la façon d'organiser les équipements dans un réseau. La topologie comporte deux aspects ; la topologie physique et la topologie logique.

La **topologie physique** étudie l'agencement des composantes du réseau par rapport au support physique. La **topologie logique** décrit le chemin qu'empruntera le signal parmi les composantes du réseau.

Ce chapitre traitera des caractéristiques générales de trois hiérarchies classiques de réseaux.

### 1.6.1 LAN

Le réseau local ou LAN (*Local Area Network*) utilise une variété de topologies physiques combinant les besoins en performance et les emplacements physiques des équipements. Typiquement, on y retrouve les formes suivantes :

- ✧ **en bus** : il consiste en un support linéaire auquel les postes viennent s'attacher.
- ✧ **en étoile** : forme un nœud central auquel les postes viennent s'attacher. L'équipement formant le nœud central peut être un ordinateur ou un appareil appelé concentrateur, répartiteur ou interconnecteur.
- ✧ **en arbre** : les postes sont reliés les uns aux autres et forment une arborescence. L'utilisation de segments reliés par des ponts forme également une structure en arbre et permet de diminuer le trafic sur chaque branche.
- ✧ **en anneau** : il s'agit d'une boucle fermée qui relie tous les postes du réseau.

## 1.6.2 MAN

Le MAN (*Metropolitan Area Network*) a pour fonction de connecter des LAN sur une étendue géographique d'environ 100 km. Il s'agit d'un réseau à haut débit qui transporte les données numériques, la voix et les images. Sa pertinence est de moins en moins établie ; il est mentionné principalement pour des raisons historiques.

## 1.6.3 WAN

Le WAN (*Wide Area Network*) relie les réseaux séparés par de grandes distances séparant deux villes éloignées comme Toronto et Victoria. La liaison est à haut débit et se compose le plus souvent d'un ensemble d'aiguilleurs formant un sous-réseau de transport échelonné sur une grande distance.

# 1.5 Modes de communication

Une connexion se caractérise par deux modes de communication : le mode **avec connexion** et le mode **sans connexion**.

Le mode avec connexion est dit **fiable**, car il permet de réserver des ressources et de s'assurer ainsi de la qualité de la connexion. Il est utilisé dans les cas où les délais et les temps de transfert sont importants.

Le mode sans connexion est plus simple et plus rapide. L'application peut transmettre le message et passer aussitôt à une autre opération.

## 1.5.1 Mode de communication avec connexion

Ce type de connexion établit un chemin entre une source et une destination. La connexion est utilisée comme un tube dans lequel sont acheminés des paquets qui progressent dans l'ordre jusqu'à destination.

Le fonctionnement est comparable à un appel téléphonique. La communication est d'abord établie, puis elle est maintenue durant toute la conversation, et finalement elle est rompue.

Les trois phases : établissement, maintien et rupture de la connexion sont typiques d'un service avec connexion (*connection oriented*). Ce type de connexion réserve l'ensemble des ressources qui prennent en charge le lien de communication et le canal ainsi créé sert uniquement à transmettre les données de la connexion établie.

Prenons l'exemple de deux réseaux locaux reliés par un équipement d'acheminement et une communication entre les équipements A et B. L'établissement de la liaison peut se faire en réservant au niveau de chaque aiguilleur un ensemble de circuits reliés qui constituent un lien physique entre l'équipement A et l'équipement B.

Une telle utilisation des ressources disponibles, dans le but de constituer un tel lien, est peu recommandée car elle monopolise des ressources physiques qui ne seront utilisées que pour une seule connexion. Si cette connexion n'utilise pas les ressources à 100% (c'est-à-dire la capacité de la bande passante), des ressources pouvant servir à d'autres communications sont perdues. Ainsi, sauf pour satisfaire des exigences particulières, l'utilisation d'un support se fera dans le partage.

## 1.5.2 Mode de communication sans connexion

Le mode de communication *sans connexion* ne réserve aucune ressource pour transmettre les données. Le message contient l'adresse de l'équipement auquel il est adressé. Il est transmis à un premier aiguilleur qui analyse l'adresse et choisit l'aiguilleur suivant où l'acheminer. La décision est reprise au niveau de chaque aiguilleur qui permet la progression du message vers sa cible. Les différents messages arrivent à destination souvent par des chemins différents et peuvent arriver dans le désordre, car les délais de propagation diffèrent généralement suivant le chemin emprunté.

Ce mode limite la possibilité de garantir la qualité de service de la connexion. En contrepartie, il n'y a aucun délai pour établir la connexion ce qui présente un avantage pour les messages courts. De plus, l'acheminement peut être maintenu malgré la défaillance d'un aiguilleur, du moins tant qu'il reste au moins un chemin entre la source et la destination.

## 1.6 Techniques de commutation

La transmission des données entre deux équipements appartenant à des réseaux locaux différents utilise un système d'aiguillage. La transmission des données ne se fait pas sous la forme d'un train de bits qui parcourent le circuit. Les bits sont regroupés en **unités de données**, appelées trames ou paquets selon leur structure. En fait, les données

sont structurées en unités à tous les niveaux de l'architecture du réseau et le terme général « unité de données » sera utilisé.

Les techniques de commutation définissent la méthode permettant de partager les supports de communication pour transmettre les messages. Elles permettent d'établir une liaison physique ou logique reliant deux ou plusieurs équipements entre eux. Les techniques de commutation peuvent se classer de la façon suivante :

✧ **La commutation de circuits :**

cette technique relie deux équipements en joignant physiquement plusieurs supports bout à bout pour former un circuit. En règle générale, cette méthode monopolise entièrement le support de communication pour créer une connexion. Elle présente moins d'intérêt pour les nouvelles technologies de communication et ne sera pas présentée dans ce cours. Ici la liaison est physique.

✧ **La commutation de messages :**

elle consiste à transmettre des messages complets entre les aiguilleurs, de la source à la destination. Chaque aiguilleur est un commutateur qui reçoit et redirige des messages complets. Physiquement, les aiguilleurs ne modifient pas leurs connexions. La liaison est créée de façon logique.

✧ **La commutation de paquets :**

elle consiste à décomposer les messages en unités plus petites et de longueur déterminée. Ces unités sont acheminées de façon indépendante par les aiguilleurs et rassemblées à la destination. Comme dans le cas de la commutation de messages, la liaison est logique.

La commutation de paquets par circuit virtuel établit une liaison logique entre les équipements (la source et la destination). Le circuit est maintenu durant la durée de la connexion. Il s'agit d'un mode de communication avec connexion. Un exemple de cette méthode est le protocole X.25 (Datapac, Bell).

La commutation de paquets par datagramme se traduit par « commutation de paquets en mode sans connexion ». Les paquets sont acheminés entre les aiguilleurs sans demande de connexion, ni confirmation jusqu'à destination. Un exemple de l'utilisation de cette méthode est le réseau Internet.

## 1.7 Synthèse

La réseautique associe les domaines de l'informatique et des télécommunications dans le but de permettre l'échange des données entre des équipements géographiquement éloignés.

Les réseaux locaux relient deux ou plusieurs ordinateurs sur un même support de communication. Une liaison point à point ne relie que deux équipements comme dans le cas d'ordinateurs personnels connectés à

un fournisseur de services Internet ou celui d'une liaison entre deux LAN. Dans les LAN, la liaison est de type multipoint. Le support doit alors être partagé entre les équipements qui y sont connectés. Des méthodes de partage du support permettent aux équipements de transmettre à tour de rôle, mais, lorsque le trafic devient trop élevé, il est possible d'isoler des groupes d'équipements en partageant le support en segments et en les reliant par des aiguilleurs.

Les LAN sont reliés entre eux et forment des WAN. Certains LAN ont des équipements qui ont pour fonction principale d'aiguiller les unités de données entre les LAN et les WAN. Certains aiguilleurs sont spécialisés dans les communications à haut débit et constituent les dorsales qui relient les grandes villes d'un pays.

Les techniques de commutation représentent une méthode de partage des supports de communication. Elles permettent d'établir une liaison reliant deux ou plusieurs équipements entre eux. La commutation de paquets par circuit virtuel établit une liaison logique entre les équipements source et destination. La commutation de paquets en mode sans connexion achemine les paquets entre les aiguilleurs sans demande de connexion, ni confirmation de réception des paquets jusqu'à destination.