

Chapitre 01 : Introduction aux réseaux

1. Introduction

Les réseaux informatiques ont vu le jour à la fin des années 1960. C'est avec le projet ARPANET que le premier réseau a été lancé aux Etats-Unis par la DARPA. Bien entendu, en adoptant cette vue on ne considère pas les terminaux passifs reliés aux gros ordinateurs centraux comme des réseaux informatiques. Actuellement, les réseaux informatiques sont devenus incontournables. Dans le présent chapitre, on présente les notions de base des réseaux informatiques.

2. Les réseaux informatiques

Un réseau informatique est un ensemble de systèmes informatiques connectés entre eux pour assurer un service de communication de données.

Les réseaux informatiques sont les résultats de rapprochement de deux domaines : l'informatique et la **télécommunication**. En fait la télécommunication recouvre toutes les techniques (filaires, radio, optiques, etc.) de transfert d'information quelle qu'en soit la nature (symboles, écrits, images fixes ou animées, son, ou autres). L'histoire de la télécommunication a commencé en 1832, date à laquelle le physicien américain Morse (1791-1872) eut l'idée d'un système de transmission codée (alphabet Morse). Cependant le mot « *télécommunication* », est introduit en 1904 par Estaurié (polytechnicien, ingénieur général des télégraphes 1862-1942). En 1932 à la conférence de Madrid, ce terme a été consacré en renommant l'Union Télégraphique Internationale en Union Internationale des Télécommunications (**UIT**).

Malgré les profondes similitudes entre **les réseaux informatiques** et **les systèmes distribués (les systèmes répartis)**, il est important de noter la différence entre ces deux concepts. En effet, un système distribué est un ensemble de systèmes informatiques indépendants présentés à l'utilisateur comme un système unique cohérent.

Un réseau informatique est composé d'un ensemble de **nœuds** reliés par des **voies physiques** (Figure 01). Un nœud est une machine ou toute entité pouvant être adressée par un numéro unique. On distingue deux types de nœuds :

1. Les terminaux (Hôtes) : sont des systèmes informatiques interconnectés, capables d'échanger des données et sur lesquels tournent les applications des utilisateurs. Dans l'architecture client/serveur ces terminaux peuvent être des clients ou des serveurs.
2. Les nœuds intermédiaires : C'est l'ensemble des équipements qui assurent la communication dans le réseau. Parfois on appelle ces équipements des commutateurs ou des routeurs.

Les différents nœuds sont raccordés aux voies de communication par des équipements spéciaux appelés MAU (Medium Access Unit).

L'ensemble de nœuds intermédiaires et les voies de communications forment un **sous réseau de communication**.

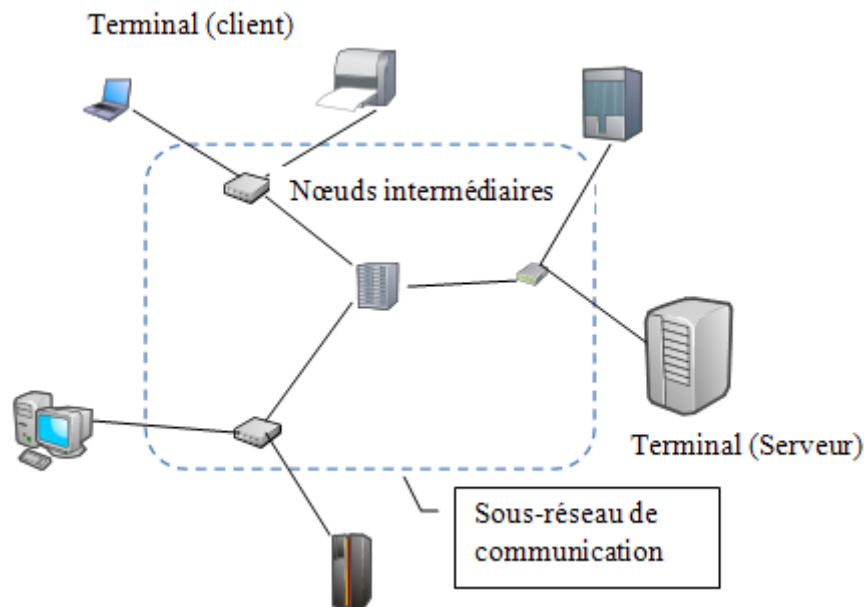


Figure 01 : Les composantes d'un réseau informatique

3. Les objectifs d'un réseau informatique

Les réseaux informatiques sont nés du besoin de faire communiquer des terminaux distants avec un ordinateur central. En fait, l'évolution des besoins dépasse le désir de connecter les équipements des grands laboratoires et firmes pour le désir de connecter toutes nos simples appareilles via les réseaux informatiques (notamment l'internet). Un réseau informatique offre plusieurs avantages comme :

- Partage de ressources (Matériels : imprimante..., ou logiciel : Fichier...).

- ✚ Transfert de données (Fichiers, parole, vidéo...).
- ✚ L'interaction avec les utilisateurs connectés : messagerie électronique, conférence électronique, ...
- ✚ Fiabilité (en dupliquant les ressources).
- ✚ Rapport prix qualité (enjeu économique) : atteindre une puissance de calcul ou de traitement comparable à un multiprocesseur à coût réduit.

4. Classification des réseaux

Plusieurs critères peuvent être utilisés pour la classification des réseaux comme : la taille, la topologie ou la technique de transmission.

4.1. Classification des réseaux selon la distance

Comme on peut voir dans la Figure 02, les réseaux informatiques peuvent être répartis en quatre classes selon leurs portées. Ainsi, on trouve :

- ✚ **PAN (Personal Area Network ou Réseau personnel) :** c'est un réseau informatique centré sur l'utilisateur. Il désigne l'interconnexion de plusieurs mètres autour de celui-ci. Dans ce type de réseaux, des liaisons sans fil sont souvent utilisées.
- ✚ **LAN (Local Area Network ou réseau local):** peut s'étendre de quelques mètres à quelques kilomètres et correspond au réseau d'une entreprise. Il peut se développer sur plusieurs bâtiments et permet de satisfaire tous les besoins internes de cette entreprise. Les LANs se distinguent des autres classes de réseaux par leur taille, leur technologie de transmission, leur vitesse de transmission et leur topologie. Ayant des débits de quelques Mb/s avec un support partagé.
- ✚ **MAN (Métropolitain Area Network ou réseau métropolitain) :** interconnecte plusieurs lieux situés dans une même ville, par exemple les différents sites d'une université ou d'une administration, chacun possédant son propre réseau local. Leur topologie ressemble à celle des LANs, mais ayant des normes différentes de celles-ci. Leur débit peut être de quelques centaines de Kbits/s à quelques Mbits/s.
- ✚ **WAN (Wide Area Network ou réseau étendu):** permet de communiquer à l'échelle d'un pays, ou de la planète entière, les infrastructures physiques

pouvant être terrestres ou spatiales à l'aide de satellites de télécommunications.

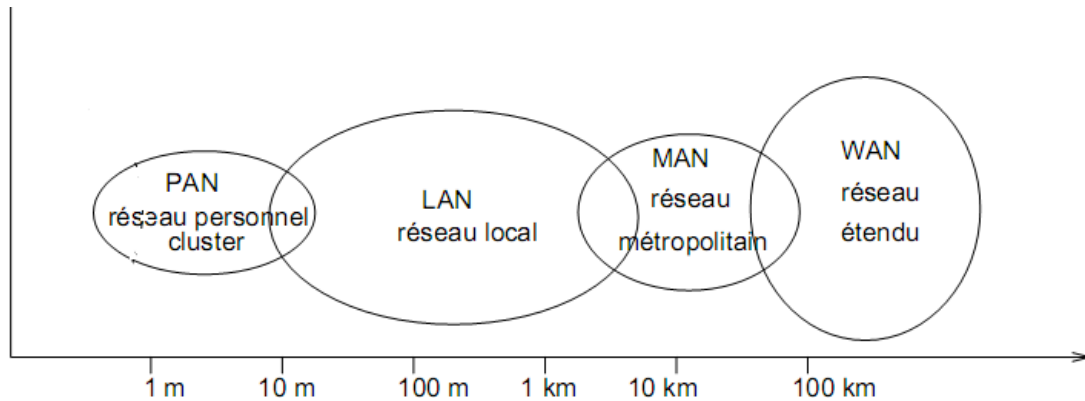


Figure 02 : Classification des réseaux informatiques selon leur porté.

4.2. Classification des réseaux selon la topologie

Une topologie désigne la manière dont les équipements d'un réseau sont organisés. En effet, il convient de distinguer deux classes de topologies : la *topologie logique* de la *topologie physique*.

Dans la topologie logique on considère le parcours de l'information entre les différents éléments de réseau. Les aspects de partage de support et les méthodes d'accès à ce dernier sont des éléments essentiels dans ce type de topologie.

Par contre, la topologie physique s'intéresse l'arrangement spatial des équipements. Cette topologie est choisie selon l'environnement, l'architecture et les besoins techniques de débit pour l'entreprise. En plus, elle a une importance extrême sur l'évolution de réseau, sur son administration et sur les compétences des personnes qui seront amené à s'en servir.

Il existe plusieurs topologies possibles. En plus, il est possible de combiner les différentes topologies pour former une topologie hybride. Les principales topologies sont :

- ✚ **La topologie en bus :** dans ce type des réseaux les différentes stations sont reliées à travers le même câble par le biais des connecteurs spécialisés. A toutes les extrémités du câble est fixé un bouchon (un terminateur) qui empêche le signal de se réfléchir. Parce que le câble a été

partagé par toutes les stations, on ne trouve qu'une seule qui transmette des données dans une instant donnée. Les réseaux en bus sont simples, peu coûteux, facile à mettre en place et à maintenir. Si une machine tombe en panne sur un réseau en bus, alors le réseau fonctionne toujours, mais si le câble est défectueux alors le réseau tout entier ne fonctionne plus. L'augmentation de nombre des stations connectées au réseau dégrade les performances de ce dernier.

✚ **La topologie en étoile :** dans ce type plusieurs câbles sont axés autour d'un nœud central. Les réseaux en étoile sont simples à administrer parce que la gestion des ressources est centralisée. En plus, les réseaux en étoile fonctionnent toujours, même si une station tombe en panne ou une liaison est coupée, tant que le nœud central est fonctionnel. Si le nœud central tombe en panne, le réseau entier devient hors service. Sur le plan économique, les réseaux en étoile sont coûteux surtout pour les réseaux WAN. On distingue deux types de nœuds centraux : les hubs et les switchs. Le fonctionnement de hub consiste à faire la diffusion de l'information sur tous ses ports. Par contre, le switch assure la fonction de commutation (c'est-à-dire il envoie l'information seulement sur le port concerné).

✚ **La topologie en anneau :** Il s'agit de la topologie en bus que l'on a refermé sur elle-même. Le sens de parcours du réseau est déterminé- ce qui évite les conflits. Dans ce type, la collision est évitée par une gestion basée sur le droit d'accès au support. En général, l'anneau se trouve à l'intérieur d'un boîtier qui s'appelle un MAU (Multistation Access Unit). Toutes les stations sont reliées au MAU. Le temps d'accès est déterminé (une machine sait à quel moment elle va pouvoir envoyer des informations). Pour éviter la panne du réseau en cas de destruction de câble, une autre boucle de secours est ajoutée dans la topologie anneaux doubles.

✚ **La topologie maillée :** ce réseau est constitué d'un ensemble de stations reliées par des voies. Selon le nombre de relations établies on distingue des réseaux maillés complètement et des réseaux maillés irrégulièrement.

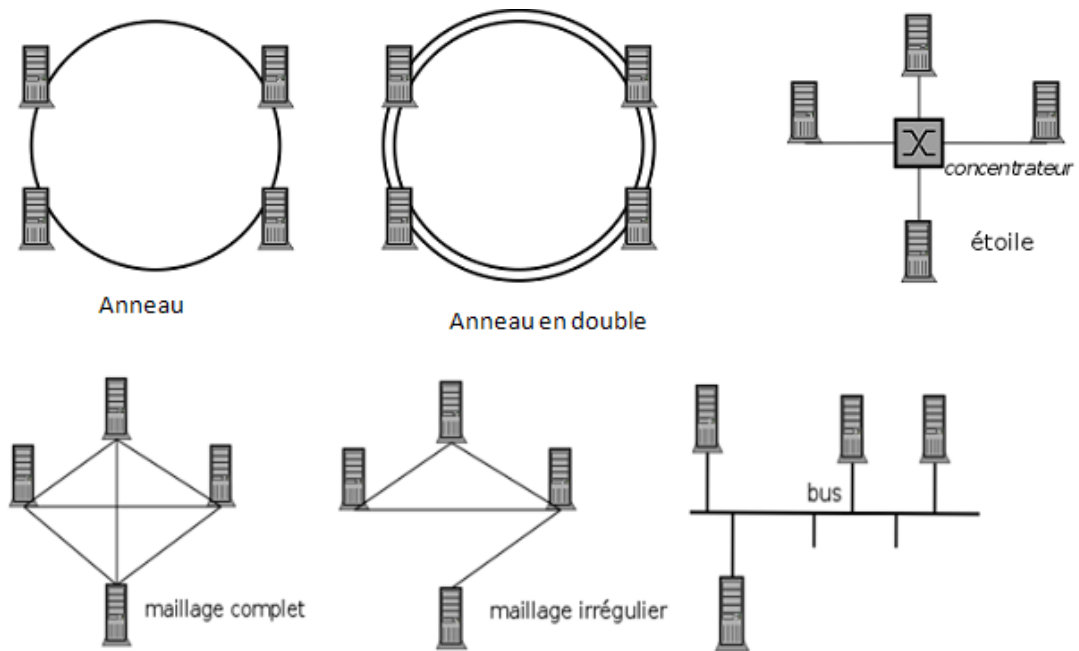


Figure 03 : Les différentes topologies d'un réseau.

4.3. Classification des réseaux selon la technique de transmission

On distingue deux classes de réseaux selon le critère de technique de transmission :

- ✚ **Le mode diffusion** : Le premier mode de fonctionnement consiste à partager un seul support de transmission. Chaque message envoyé par un équipement sur le réseau est reçu par tous les autres. C'est l'adresse de destination spécifique placée dans le message qui permettra à chaque équipement de déterminer si le message lui est adressé ou non. Si le message est destiné à toutes les machines alors c'est ce qu'on appelle la diffusion générale (broadcasting). Quelques systèmes permettent également de transmettre un paquet à un sous-ensemble, c'est la diffusion restreinte (multicasting).

À tout moment un seul équipement a le droit d'envoyer un message sur le support. Il faut donc qu'il «écoute» au préalable si la voie est libre; si ce n'est pas le cas, il attend selon un protocole spécifique à chaque architecture. De manière générale, ce mode est adopté pour les petits réseaux.

- ✚ **Le mode point-à-point** : Dans ce mode, le support physique (le câble) relie une paire d'équipements seulement. Quand deux éléments non

directement connectés entre eux veulent communiquer ils le font par l'intermédiaire des autres nœuds du réseau. Il est possible de trouver plusieurs routes de différentes longueurs pour atteindre une même destination. Le choix de meilleur chemin est indispensable. Ce mode est utilisé, généralement, dans les réseaux étendus.

5. Les techniques de commutations

La commutation décrit la technique permettant d'acheminer des informations au travers d'un réseau composé de nœuds liés entre eux. Les informations sont transportées de nœud en nœud jusqu'au destinataire. Il existe deux techniques principales : la commutation de circuit et la commutation de paquets. D'autres modes de commutation tels que la commutation de trames et la commutation de cellules s'inspirent de la commutation de paquets. Par ailleurs, la commutation de messages, l'ancêtre de la commutation de paquet, n'est plus utilisée.

✚ **La commutation de circuit** : Historiquement c'est la première à avoir été utilisée, par exemple dans le réseau téléphonique à l'aide des autocommutateurs. Elle consiste à créer dans le réseau un circuit physique entre l'émetteur et le récepteur avant que ceux-ci ne commencent à échanger des informations. Ce circuit sera propre aux deux entités communicant et il sera libéré lorsque l'un des deux coupera sa communication. Par contre, si pendant un certain temps les deux entités ne s'échangent rien le circuit leur reste quand même attribué. C'est pourquoi, un même circuit (ou portion de circuit) pourra être attribué à plusieurs communications en même temps. Cela améliore le fonctionnement global du réseau mais pose des problèmes de gestion (files d'attente, mémorisation).

Les applications classiques de ce type de réseau sont celles à contrainte temporelle (délai de traversée du réseau constant) telles que le service téléphonique (RTC et RNIS) et toutes les applications "streaming". L'inconvénient majeur de cette technique est le gaspillage possible de la bande passante. En effet, les ressources réservées pour une communication ne sont pas toujours utilisées de façon optimale.

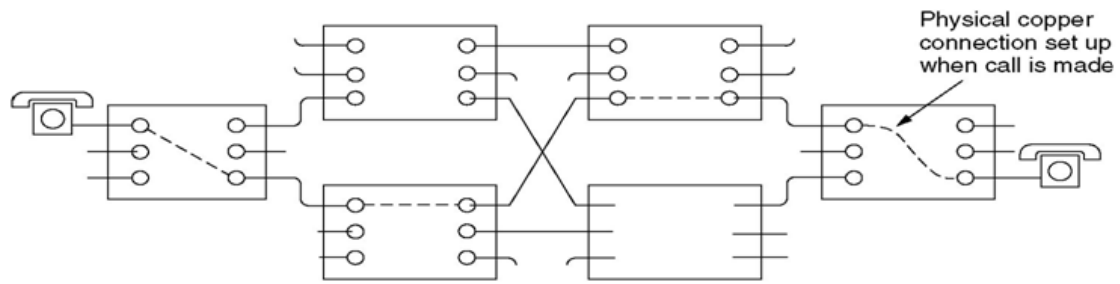


Figure 04 : La commutation de circuit.

✚ **La commutation de messages :** Il s'agit d'une technique de commutation simple qui consiste à effectuer la communication entre les voisins. Un message est un ensemble d'information logique formant un tout (fichier, mail). Ainsi, cette technique consiste à envoyer un message de l'émetteur jusqu'au récepteur en passant de nœud de commutation en nœud de commutation. Chaque nœud attend d'avoir reçu complètement le message avant de le réexpédier au nœud suivant (Store & Forward). Cette technique nécessite de prévoir de grandes zones tampon dans chaque nœud du réseau, mais comme ces zones ne sont pas illimitées il faut aussi prévoir un contrôle de flux des messages pour éviter la saturation du réseau. Dans cette approche il devient très difficile de transmettre de longs messages. En effet, comme un message doit être reçu entièrement à chaque étape si la ligne a un taux d'erreur de 10^{-5} par bit (1 bit sur 10^5 est erroné) alors un message de 100000 octets n'a qu'une probabilité de 0,0003 d'être transmis sans erreur.

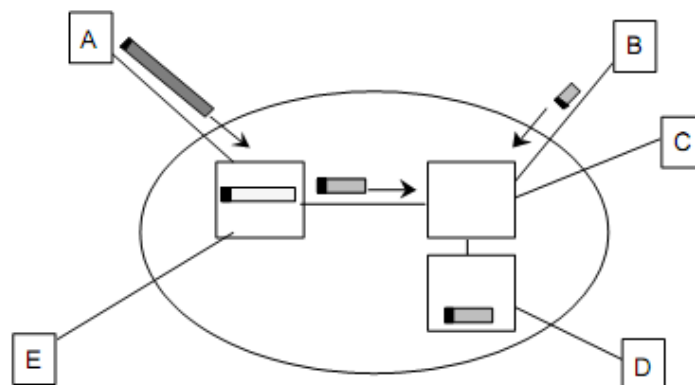


Figure 05 : Technique de commutation de messages

✚ **La commutation de paquets :** Elle est apparue au début des années 70 pour résoudre les problèmes d'erreur de la commutation de messages. Un message émis est découpé en paquets et par la suite chaque paquet est commuté à travers le réseau comme dans le cas des messages. Les paquets sont envoyés indépendamment les uns des autres et sur une même liaison on pourra trouver les uns derrière les autres des paquets appartenant à différents messages. Chaque nœud redirige chaque paquet vers la bonne liaison grâce à une table de routage. La reprise sur erreur est donc ici plus simple que dans la commutation de messages, par contre le récepteur final doit être capable de reconstituer le message émis en réassemblant les paquets. Ceci nécessitera un protocole particulier car les paquets peuvent ne pas arriver dans l'ordre initial, soit parce qu'ils ont emprunté des routes différentes, soit parce que l'un d'eux a dû être réémis suite à une erreur de transmission.

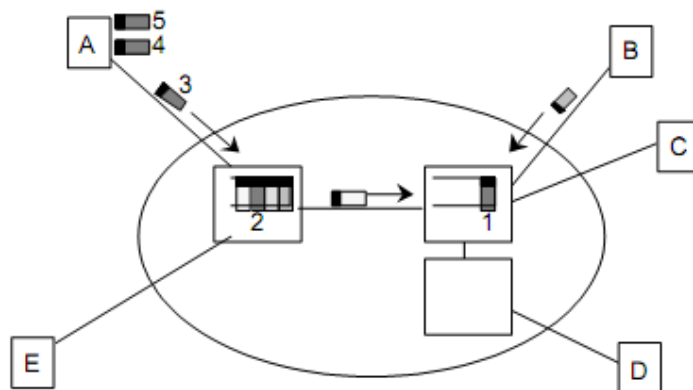


Figure 06 : Technique de commutation de paquets

✚ **La commutation de trames :** La commutation de trames ou relais de trames est une évolution de la commutation par paquets et peut être considérée comme une technique intermédiaire en attendant l'arrivée des techniques à commutation ATM. En fait, l'amélioration de fiabilité de voies de communication montrée avec le temps nécessite l'optimisation des performances en allégeant les procédures de contrôle de flux et le routage. Cette technique permet de diminuer le volume de données émis et d'augmenter les débits. En effet, les commutateurs à ce niveau acheminent les trames vers le récepteur en utilisant des références, également appelés

identificateurs ou étiquettes (en anglais labels). Une référence est une suite de chiffres, accompagnant une trame pour lui permettre de choisir une porte de sortie, suivant une table de commutation. Par contre, les routeurs acheminent les paquets vers le destinataire en utilisant son adresse complète et une table de routage, qui lui permet de diriger les paquets vers les bonnes sorties.

- ✚ **La commutation de cellules :** Une cellule est un paquet particulier dont la taille est toujours fixée à 53 octets (5 octets d'en-tête et 48 octets de données). C'est la technique de base des réseaux hauts débits ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) qui opèrent en mode connecté où avant toute émission de cellules, un chemin virtuel est établi par lequel passeront toutes les cellules. Cette technique mixe donc la commutation de circuits et la commutation de paquets de taille fixe permettant ainsi de simplifier le travail des commutateurs pour atteindre des débits plus élevés.

6. L'architecture en couches

La transmission de données entre des stations d'un réseau nécessite, sans doute, une infrastructure constituée en voies de communication et ensemble de nœuds. Cependant, l'existence de cette infrastructure uniquement n'offre pas le service de transport de données avec la qualité demandée. L'existence d'un logiciel qui gère l'ensemble des fonctions d'un réseau (comme l'adressage, le contrôle d'erreur et le contrôle de flux) est plus que nécessaire. En fait, un logiciel de réseaux est un logiciel complexe avec des multiples de fonctions. Afin de maîtriser sa complexité, les logiciels de réseaux sont organisés en couche dont le nombre, les noms et les fonctions varient d'une conception à l'autre.

6.1. Principe de l'architecture en couches

Une **couche** est un ensemble homogène destiné à accomplir une tâche ou à rendre un service. En effet, la décomposition en couches doit respecter les principes suivants :

- ✚ Une couche doit être créée lorsqu'un nouveau niveau d'abstraction est nécessaire.
- ✚ Chaque couche exerce une fonction bien définie.

- ✚ Le choix des frontières entre couches doit minimiser le flux d'informations aux interfaces.
- ✚ Le nombre de couches doit être :
 - suffisamment grand pour éviter la cohabitation dans une même couche de fonctions très différentes, et
 - suffisamment petit pour éviter que l'architecture ne devienne difficile à maîtriser.

Cette structuration en couche d'un logiciel de réseaux offre d'autres avantages comme : l'extensibilité, la portabilité et l'interopérabilité.

Le principe de fonctionnement d'un logiciel en couche consiste en cette règle : *chaque couche offre des services à la couche supérieur immédiate en cachant les détails d'implémentation* (la première couche est situé au-dessus du support de communication). Par service on désigne un ensemble de primitives ou d'opérations qu'une couche fournit à la couche supérieur. Les éléments actifs de chaque couche ou niveau s'appellent des entités, que ce soit logiciel (processus) ou matériel (puce d'E/S intelligente), les entités de même niveau sur des machines différentes s'appellent entités paires ou homologues.

Les primitives peuvent être classés en quatre classes : primitives de demande, primitives de réponse, primitive d'indication et primitive de confirmation.

Une couche donnée (N) offre des services à la couche (N+1) à travers une interface. En fait, l'échange de données et de primitives entre ces couches se fait par l'intermédiaire des points d'accès de service (**SAP** *Service Access Point*). Chaque SAP est identifié par un numéro unique. On peut trouver d'autres dénominations pour les SAP comme : port, porte et socket ...etc.

Chaque entité en couche N peut communiquer *indirectement* avec son homologue dans une autre machine en respectant un protocole. Un protocole est ensemble de règles qui déterminent le format et la signification des messages échangés. L'ensemble de couches et de protocoles forme une architecture de réseau. Par pile de protocoles on désigne des protocoles utilisés par un certain système avec un protocole dans chaque couche.

La figure 07 montre les principaux éléments d'une architecture en couches.

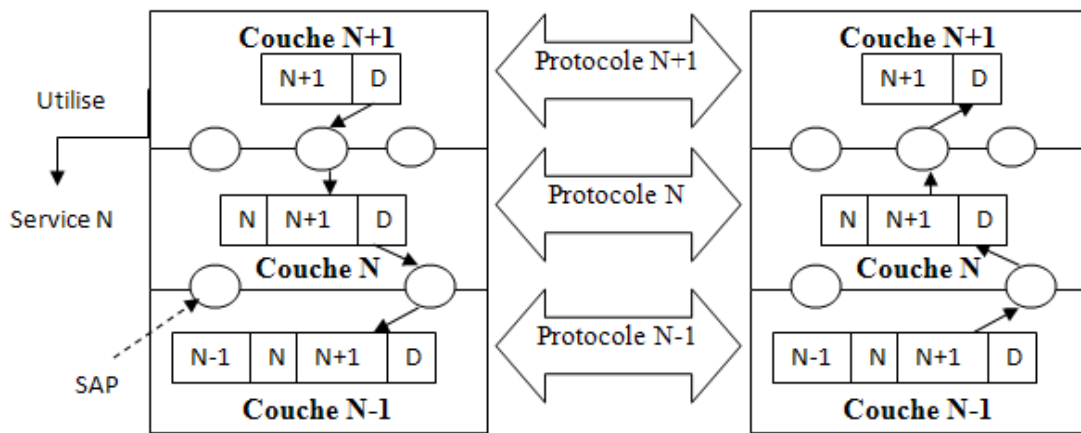


Figure 07 : L'architecture en couches.

6.2. Les unités de données

Lors de l'invocation d'un service de niveau (N), le niveau (N+1) fournit un ensemble d'informations nécessaires au traitement correct de l'unité de données. Une partie de ces informations est à l'usage exclusif de l'entité de niveau N, elle précise le traitement qui doit être opéré localement sur les données. Ces informations de contrôle de l'interface (**ICI**, *Interface Control Information*) sont annexées à la SDU pour former une unité de données de contrôle de l'interface (**IDU**, *Interface Data Unit*). L'ICI à usage exclusif de la couche N n'est pas transmis.

La couche N ajoute aux données de service, notées (N)SDU, des informations de service nécessaires à la couche N homologue pour que celle-ci traite et délivre correctement les données à sa couche (N+1) distante. Ces informations de protocole constituent les informations de contrôle de l'interface de la couche N (*Protocol Control Information*), notées (N)PCI. Les données sont acheminées vers l'entité homologue *via* une connexion de niveau (N-1). La couche N distante recevant la (N)SDU extrait le (N)PCI, l'interprète et délivre les données (N)SDU à la couche (N+1) ; ces données deviennent alors la (N+1)PDU.

La figure 08 illustre ce processus de transformation des unités de données.

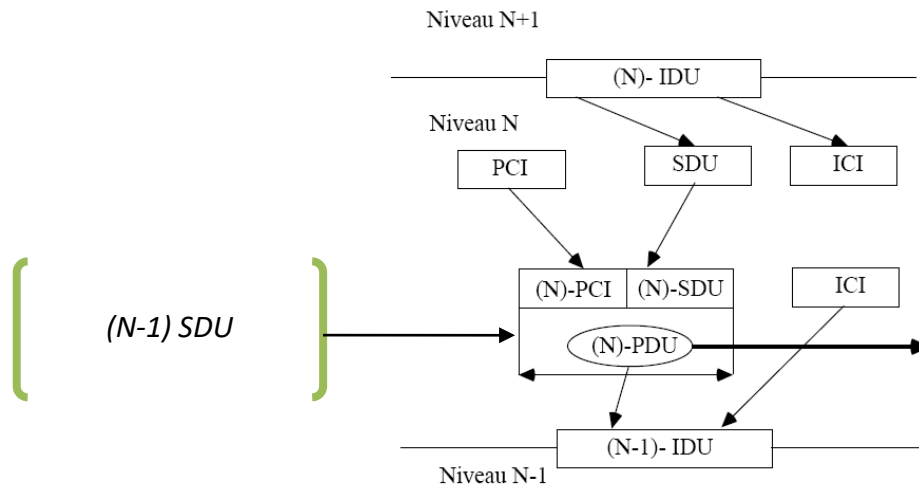


Figure 08 : La manipulation des unités de données.

6.3. Les types de services

Les couches offrent deux types différents de service à la couche supérieure :

✚ **Le mode avec connexion :** dans ce mode une entité de niveau N ne peut émettre de bloc d'information qu'après avoir demandé à l'homologue avec lequel elle souhaite communiquer la permission de le faire. Pour mettre en place une connexion, le protocole de niveau N émet donc un bloc d'information contenant une demande de connexion de niveau N. Le récepteur a le choix d'accepter ou de refuser la connexion par l'émission d'un bloc de données indiquant sa décision. Dans certains cas, la demande de connexion peut être arrêtée par le gestionnaire du service, qui peut refuser de propager la demande de connexion jusqu'au récepteur, par exemple par manque de ressources internes (comme le manque de l'espace mémoire dans les nœuds intermédiaires). La mise en place du mode avec connexion, permettant la communication entre entités homologues, se déroule en trois phases distinctes:

1. Établissement de la connexion.
2. Transfert des données de l'utilisateur d'une entité à l'autre.
3. Libération de la connexion.

✚ **Le mode sans connexion :** dans le mode sans connexion, les blocs de données sont émis sans qu'il soit nécessaire de s'assurer au préalable que l'entité distante est présente. L'existence d'une connexion à l'un quelconque des

niveaux de l'architecture est cependant nécessaire pour s'assurer que le service rendu n'est pas complètement inutile.

7. Les modèles d'architecture réseaux

Au début des années 70, chaque constructeur a développé sa propre solution réseau autour d'architecture et de protocoles privés comme : SNA « System Network Architecture » d'IBM, DECnet de DEC « Digital Network Architecture», DSA « Distributed System Architecture » de Bull, TCP/IP du DoD,...etc. Il s'est vite avéré qu'il serait impossible d'interconnecter ces différents réseaux hétérogènes si une norme internationale n'était pas établie.

En fait, la normalisation est un ensemble de règles techniques résultant de l'accord des producteurs et des usagers, et visant à spécifier, unifier et simplifier quelque chose, en vue d'un meilleur rendement dans tous les domaines de l'activité humaine. On distingue deux types de norme : les normes de fait et les normes de jure. La norme de fait s'effectue quand un ensemble de constructeurs se mettent d'accord sur des règles communes (ou l'un entre eux impose aux autres certaines règles). Par contre, les normes de jure possèdent plus de valeur juridique parce qu'elles sont imposées par des organisations internationales ou nationales.

Dans le monde de réseaux informatiques existe beaucoup d'organisation de normalisation comme : ISO, IEEE, ITU, EIA et W3C.

Dans la suite de ce chapitre, nous présentons deux modèles standards des réseaux informatiques : l'un représente une normalisation de jure et l'autre une normalisation de fait.

7.1. Le modèle OSI

Cette norme établie en 1978/1979 par l'*International Standard Organization* (ISO) est la norme *Open System Interconnection* (OSI, interconnexion de systèmes ouverts). En réalité, c'était 02 projets. L'autre est celui initié par CCITT (ou actuellement IUT-T) publié sous le nom X.200. Ces deux projets combinés en une seule norme publiée en 1983 sous le nom ISO 7498.

Le premier objectif de la norme OSI a été de définir un modèle de toute architecture de réseau basé sur un découpage en sept couches, chacune de ces couches

correspondant à une fonctionnalité particulière d'un réseau. Les couches 1, 2, 3 sont dites basses (ou couches orientées transmission) et les couches 5, 6 et 7 sont dites hautes (couches orientées traitement). Notons que les nœuds d'un sous réseau ne comporte que les trois premiers couches parce qu'elle assure seulement l'acheminement de données. La figure 09 présente l'architecture OSI tandis que le tableau 01 présente une synthèse sur les fonctionnalités de chaque couche.

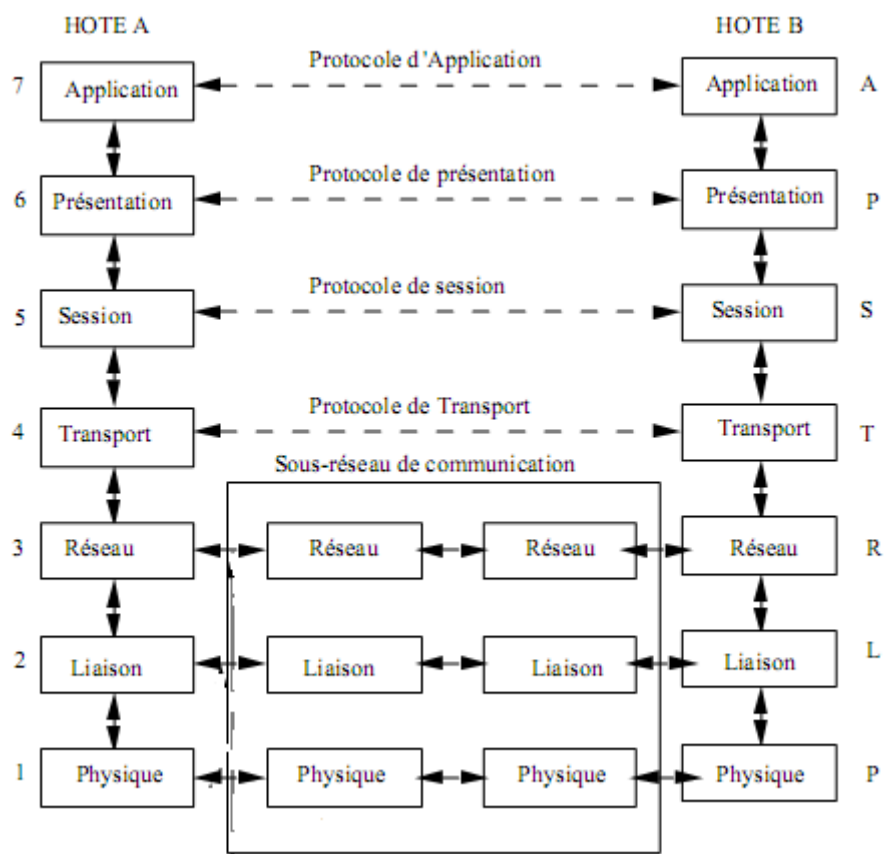


Figure 09 : Le modèle de référence OSI.

Tableau 01 : Une synthèse des fonctionnalités des couches du modèle OSI.

<i>N° Couche</i>	<i>Nom</i>	<i>Définition et fonctions fournies</i>
07	<i>APPLICATION</i>	Fournit au programme utilisateur un ensemble de fonctions permettant le déroulement correct des programmes communicants
06	<i>PRESENTATION</i>	Traduit et convertit les données dans des formats exploitables par les utilisateurs, permet aussi de mettre en œuvre du cryptage
05		Gère l'échange de données (transaction) entre les

04	<i>SESSION</i>	applications distantes. La fonction essentielle de la couche session est la synchronisation des échanges et la définition de points de reprise.
	<i>TRANSPORT</i>	Assure le contrôle du transfert de bout en bout des informations (messages) entre les deux systèmes d'extrémité. La couche transport est la dernière couche de contrôle des informations, elle doit assurer aux couches supérieures un transfert fiable quelle que soit la qualité du sous-réseau de transport utilisé.
03	<i>RESEAU</i>	Gestion de sous réseau, l'adressage, le routage, le contrôle de la congestion...etc.
02	<i>LIAISON DE DONNEES</i>	Assure un service de transfert de blocs de données (trames) entre deux systèmes adjacents en assurant le contrôle, l'établissement, le maintien et la libération du lien logique entre les entités. Les protocoles de ce niveau assurent aussi la détection et la correction des erreurs.
01	<i>PHYSIQUE</i>	Transmet les bits sur un support physique. À cet effet, elle définit les supports et les moyens d'y accéder

7.2. Le modèle TCP/IP

Utilisé dans le réseau ARPANET du ministère de la défense des états unis, un réseau de recherche devenu actuellement Internet. Le grand souci du DoD était de garantir la fiabilité du réseau en cas de panne d'un élément du sou réseau et fonctionner tant que les ordinateurs sources et destination fonctionnent. En outre, cette architecture permet de résoudre les problèmes d'interconnexion en milieu hétérogène. À cet effet, TCP/IP décrit un réseau logique (réseau IP) au-dessus du ou des réseaux physiques réels, auxquels sont effectivement connectés les ordinateurs.

Précédant le modèle OSI, TCP en diffère fortement. La figure 10 présente les couches de deux modèles. Ainsi, le modèle TCP/IP est constitué de deux protocoles essentiels TCP et IP et de quatre couches:

- ✚ **La couche Matérielle (Host to Network)** qui intègre les réseaux physiques LAN et MAN (Ethernet, ATM,..). Elle englobe les couches physiques et liaison du modèle OSI. Ce modèle ne spécifie pas de détails sur cette couche sauf la manière d'encapsuler les paquets IP dans ces réseaux.
- ✚ **La couche Internet ou Réseau** permettant d'interconnecter plusieurs réseaux physiques différents, elle définit un format spécifique du paquet et un protocole IP (Internet Protocol), son fonctionnement ressemble à la couche réseau du modèle OSI.
- ✚ **La couche Transport (Host to Host)** qui fournit les services de transport fiables orientés connexion qui est TCP (Transmission Control Protocol) ou non-fiables sans connexion qui est UDP (User Datagram Protocol) à travers le réseau internet,
- ✚ **La couche Application** intégrant différents services applicatifs. Au plus haut niveau les utilisateurs invoquent les programmes qui permettent l'accès au réseau. Chaque programme d'application interagit avec la couche de transport pour envoyer ou recevoir des données. En fonction des caractéristiques de l'échange, le programme a choisi un mode de transmission à la couche de transport.

Application	Application
Présentation	
Session	
Transport	Transport (Host to Host)
Réseau	Réseau (Internet)
Liaison de données	Matérielle (Host to Internet)
Physique	

Figure 10 : Les deux modèle OSI et TCP/IP.