

## Chapitre 2. Les réseaux locaux

Les principaux organismes, modèle IEEE, classification des réseaux, le modèle OSI, les principaux composants d'un réseau, les différentes topologies physiques.

### Introduction

En informatique, un réseau recouvre l'ensemble de moyens technologiques (matériels et logiciels) mis en œuvre pour échanger de données entre ordinateurs.

Un réseau local est un groupe d'ordinateurs et de périphériques installés dans un rayon relativement limité et connectés entre eux par un lien de communication, qui permet à chacun d'interagir avec les autres éléments du réseau.

### I. Les principaux organismes

La normalisation représente un processus fondamental en manière de communication, elle permet de : faire cohabiter des équipements, donner la possibilité d'ajouter des éléments dans un réseau sans détruire et sans bloquer l'installation existante, assurer le dialogue entre différentes machines puisque le langage et les règles d'échange sont connus de tous, et garantir la pérennité des équipements.

Le rôle d'un organisme de normalisation est de coordonner les spécifications de différentes solutions matérielles ou logicielles. Les organismes de normalisation sont regroupés en trois catégories : les organismes internationaux (L'ISO : International Standards Organisation, L'IEC :International Electrotechnical Commission, L'ITU-TSB :International Telecommunication Union-Telecommunication Standarization Bureau,...), les organismes nationaux (L'ANSI :American National Standards Institute, L'AFNOR :Association française de Normalisation, DIN : Deutsche Industrie Normen, Le BSI :British Standards Institute,...), et les associations d'utilisateurs et de professionnels (L'EIA,Electronic Industries Association, L'IEEE : Institute of electrical and electronics engineers, L'ISOC :Internet Society,...)

Les organismes qui ont élaboré la plupart des normes réseaux locales et internationales sont :

**A. Institut national de normalisation américain (ANSI):** travaille essentiellement sur les codes, les alphabets, les modèles de signalisation, les langages de programmation.

Exemple de réalisation : ANSI/IEEE 803.2 Carrier Sense Multiple Access/ Collision Détection CSMA/CD.

**B. Union Internationale de Télécommunication (IUT) :** étudie et recommande l'utilisation des normes de communication reconnues dans le monde entier. Ses protocoles s'appliquent aux modems, aux réseaux et à la transmission par fax.

Exemple de réalisation : X.200 définit le modèle de référence OSI.

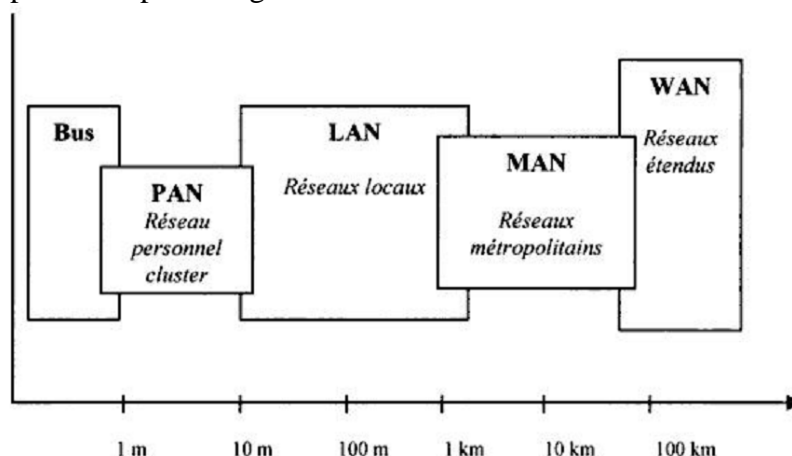
**C. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):** l'un des principaux instituts américains de standardisation des technologies de communication. Cet organisme est à l'origine de nombreux standards ratifiés par l'ISO.

Exemple de réalisation : 802.3(Ethernet), 802.11(WiFi).

**D. Organisation internationale de normalisation (ISO):** est une organisation destinée à coordonner et unifier au niveau international les normes issues des organismes nationaux (AFNOR : France, ANSI : USA). Elle s'occupe de tous les domaines sauf de l'électricité, électronique, et électrotechnique qui sont traités par l'IEC.

### II. Classification des réseaux

**II.1. Classification des réseaux selon leur taille :** c'est un classification basée sur la distance (taille) maximale du transport assurée entre les points les plus éloignés du réseau.



**A. BUS :** inférieurs à 1 mètre, des réseaux dédiés à des tâches très spécifiques, relient les différents composants d'un ordinateur (mémoires, périphériques d'entrée sortie, processeurs,...)

**B. Réseau personnel PAN (Personal Area Network) :** jusqu'à 25m, interconnectent des équipements personnels (ordinateurs portables, téléphones portables,...), L'échange de l'information direct et fonctionnent est plus souvent sans fil,

Exemples : Bluetooth, Infrarouge.

**C. Réseau local LAN (Local Area Network) :** de quelques mètres jusqu'à quelques Km, correspond au réseau d'une entreprise (université, administration,...). Il peut se développer sur plusieurs bâtiments pour satisfaire tous les besoins internes.

Exemples : WiFi, Ethernet.

**D. Réseau métropolitain MAN (Metropolitan Area Network) :** jusqu'à 50 Km, Interconnecte plusieurs lieux situés dans une même ville (ex : les différents sites d'une université ou d'une administration), chacun possédant un propre réseau local.

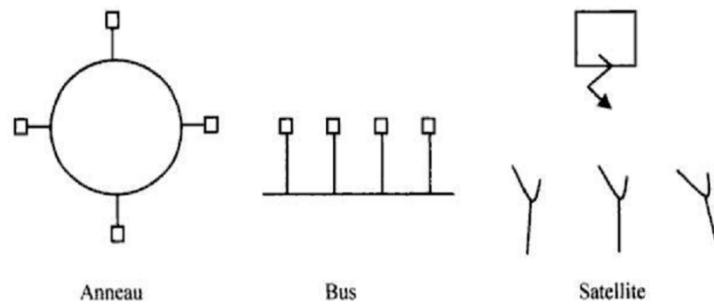
**E. Réseau étendu WAN (Wide Area Network) :** jusqu'à 1000 Km (et plus), Transportent les informations sur de grandes distances (pays, continents), d'infrastructure physique terrestre ou spatiale à l'aide de satellites de télécommunications, transportent Tous les types d'information.

Exemples : Internet, les réseaux de mobiles.

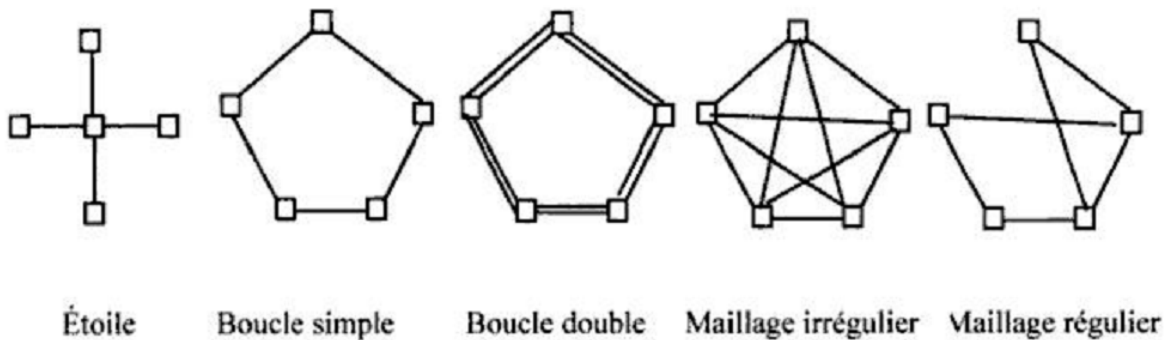
## II.2. Classification des réseaux selon leur structure (topologie):

Selon la structure, les réseaux sont classifiés en deux modes :

- **Mode de diffusion :** un seul support de transmission est partagé entre les équipements d'un réseau. L'information envoyée par un équipement sera reçue par tous les autres, l'adresse spécifique placée dans le message permet à un équipement de déterminer si le message lui est adressé ou non.



-**Mode point à point :** pour ce mode, le support physique (un câble) relie seulement deux équipements. La communication entre deux équipements non directement connectés se fait par l'intermédiaire des autres nœuds du réseau.



## III. Topologie

### III.1. Les différentes topologies physiques (et logique)

La topologie est la façon d'interconnexion entre les différents équipements d'un réseau. Il existe deux types de topologies :

La topologie physique : est la façon dont les différents équipements réseaux sont positionnés les uns par rapport aux autres (la forme physique).

La topologie logique : précise la façon dont les informations circulent au plus bas niveau.

**A. Le bus :** réalisé par un câblage, sur lequel viennent se connecter des stations. Chaque station déverse et prélève l'information directement (sans l'intermédiaire d'un point ou nœud central).

**Avantages :** meilleure sécurité en cas de défaillance d'une station.

**Inconvénients :** la coupure du câble empêche toute (ou plusieurs) station d'échanger des informations sur le réseau.

**Topologie physique :** bus, **topologie logique :** bus.

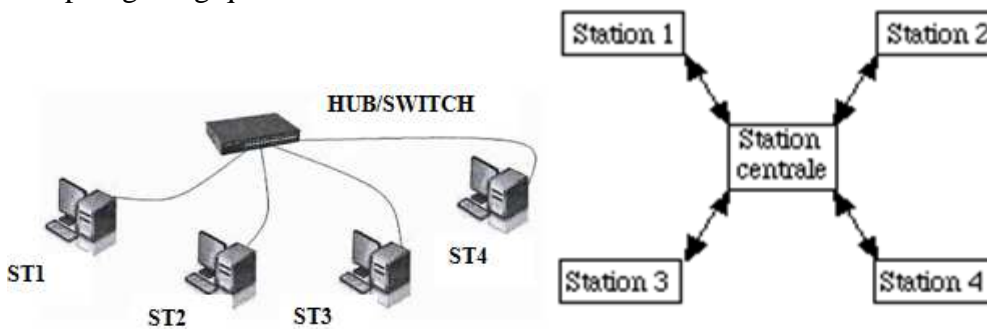


**B. L'étoile :** les stations du réseau sont toutes reliées à une station centrale et toutes les communications passent par cette station centrale.

**Avantages:** grandes vitesses d'échange des informations, un problème sur une station n'entache pas le fonctionnement des autres stations.

**Inconvénients :** Fiabilité limitée (en cas de panne de l'élément central).

Si Station centrale est un concentrateur (ou un commutateur) Ethernet, le réseau obtenu a une topologie physique de type étoile et une topologie logique en bus.

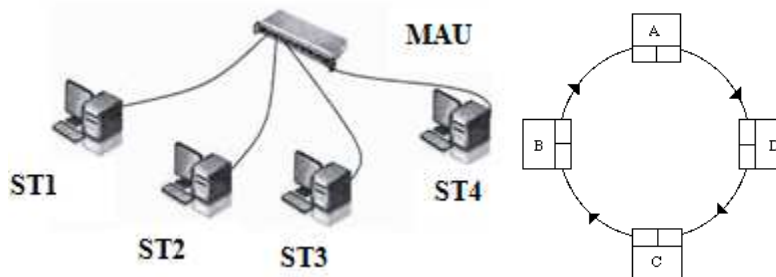


**C. L'anneau :** toutes les stations sont reliées en série les unes aux autres pour former une boucle. L'information qui est reçue par une station est réémise après amplification vers la suivante dans un sens prédéterminé et ainsi de suite, jusqu'à son retour à la première station.

**Avantages :** Le signal véhiculé sur le média est fiable, Contrôle sûr de l'échange des informations.

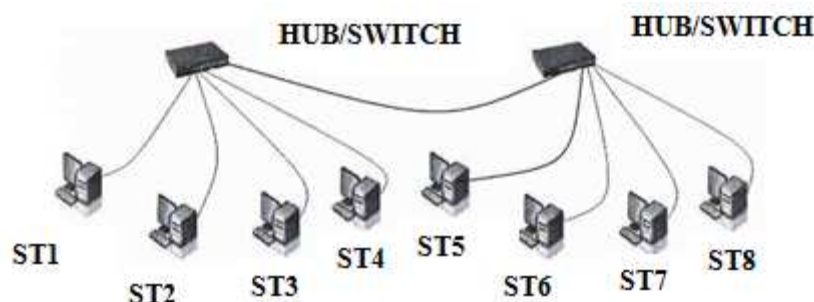
**Inconvénients :** Une panne sur une station immobilise tout le réseau.

L'élément central peut être un élément passif (concentrateur en anneau MAU (Multistation Access Unit)) ou un élément actif (CAU (Controlled Access Unit)).

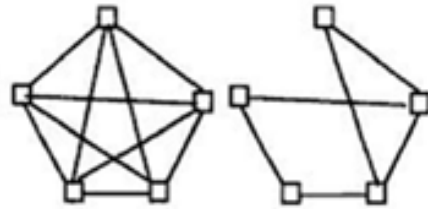


**Topologie physique :** étoile, **topologie logique :** anneau.

**D. L'arbre :** les stations de travail sont reliées entre eux de manière hiérarchique à l'aide par exemple par des concentrateurs Ethernet cascables.

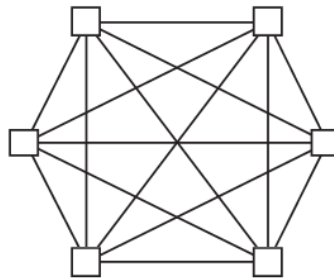


**E. Le maillage (régulier ou irrégulier) :** on parle de réseau maillé lorsqu'il s'agit de décrire une architecture constituée de topologies mixtes (ex : Internet).



Maillage régulier Maillage irrégulier

**III.2. Nombre de liaison d'un réseau:** pour permettre toutes les communications au sein d'un ensemble de N équipements, il faut établir  $N(N - 1)/2$  liaisons ; chaque équipement devrait alors gérer  $N - 1$  liaisons.



**Exemple :** Soit un réseau constitué de cinq terminaux. Calculer le nombre de liaisons pour chaque équipement et le nombre total de liaisons qui nous permettent de réaliser toutes les communications.

**III.3. Temps de propagation et temps de transmission:**

**Le temps de propagation  $T_p$ :** le temps nécessaire à un signal pour parcourir un support entre deux points, il dépend de la nature du support, et de la distance parcourue.

**Le temps de transmission  $T_t$ :** le écoulé entre le début et la fin de la transmission d'une quantité d'information sur une ligne, il égal au rapport entre la quantité d'information et le débit de la ligne.

**Le temps de traversée (délai d'acheminement) sur une voie :** égal au temps total mis par une quantité d'information pour parvenir d'un point à un autre, c'est donc la somme des temps  $T_p$  et  $T_t$ .

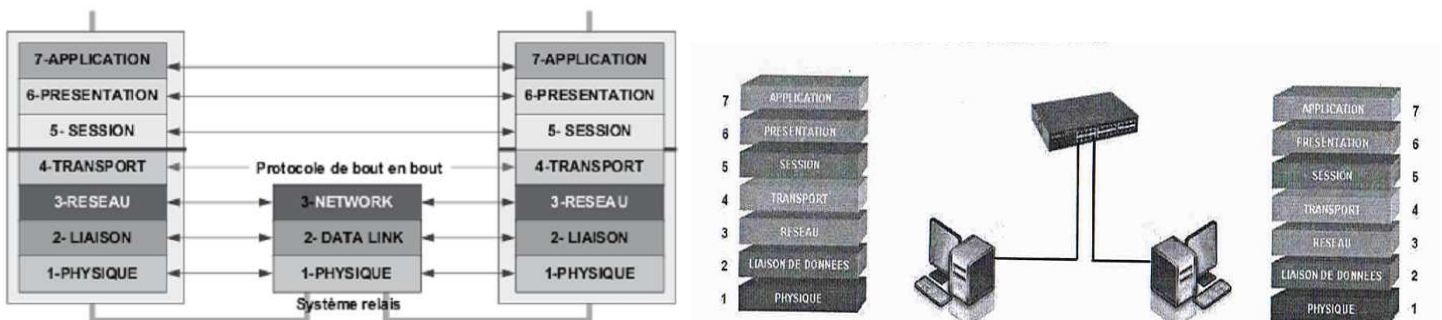
- Dans la plupart des cas, le temps de propagation pourra donc être négligé devant le temps de transmission.

**Exemple :** calculer le temps d'acheminement d'une trame (800 bits) générée par un point d'accès WIFI de débit de 1Mbits/s vers une tablette distant de 80m.

**IV. Le modèle OSI :**

Au début des années 1970, plusieurs constructeurs ont développé chacun sa propre solution réseau autour d'architectures et de protocoles privés (System Network Architecture SNA pour IBM, TCP/IP pour DOD,...) et il s'est vite avéré qu'il serait impossible d'interconnecter ces différents réseaux si une norme internationale n'était pas établie. Cette norme, établie par l' ISO (International Standard Organisation), est la norme OSI (Open System Interconnection).

**IV.1. Description du modèle OSI :** 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, chaque couche correspondant à une fonctionnalité particulière d'un réseau. Pour réaliser une communication à travers un ou plusieurs systèmes intermédiaires (relais), il faut :



- **Couche7 (APPLICATION) :** assurer l'interface de communication avec l'utilisateur, à travers de logiciels adéquats.

Parmi les implémentations disponibles pour cette couche : FTAM(File Transfert Access and Management), CMIP (Common Management Information Protocol, MHS (Message Handling Systems)

- **Couche 6 (PRESENTATION)**: assurer la mise en forme des données (ex: transcrire les données dans un format compréhensible par les 2 systèmes par ASCII) ;

Parmi les fonctions de chiffrement et de compression utilisées par cette couche : MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions, ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

- **Couche 5 (SESSION)** : organiser le dialogue entre toutes les applications, en gérant des sessions d'échange.

Les appels de procédures distantes, RPC (Remote Procedure Call), constituent un protocole à ce niveau.

- **Couche 4(TRANSPORT)** : fournir un service de transport des données de bout en bout, en temps d'émission, elle segmente les messages en paquets numérotés et en temps de réception, elle reconstitue les messages en plaçant les paquets dans l'ordre.

Cette fonction est réalisée par les protocoles TCP (Transmission Control Protocol) et UDP(User Datagram Protocol) de la famille des protocoles TCP/IP, ou par SPX (Sequenced Packet Exchange) de la famille Novell IPX/SPX.

- **Couche 3 (RESEAU)** : assurer (à travers le relais) l'acheminement des données et la délivrance au bon destinataire. Les protocoles chargés de la gestion de cette couche sont le protocole Internet Protocol (IP) de la famille TCP/IP et le protocole Internet Packet Exchange (IPX) de Novell IPX/SPX.

- **Couche 2(LIAISON)** : assurer qu'une liaison est correctement établie sur le lien physique, détermine la méthode d'accès au support, établit et contrôle la liaison au niveau logique, topologie du réseau.

Le modèle OSI utilise le protocole SDLC (Synchrone Data Link Control), ou LAP-B (Low Access Procedure Balanced) pour ce niveau de couche

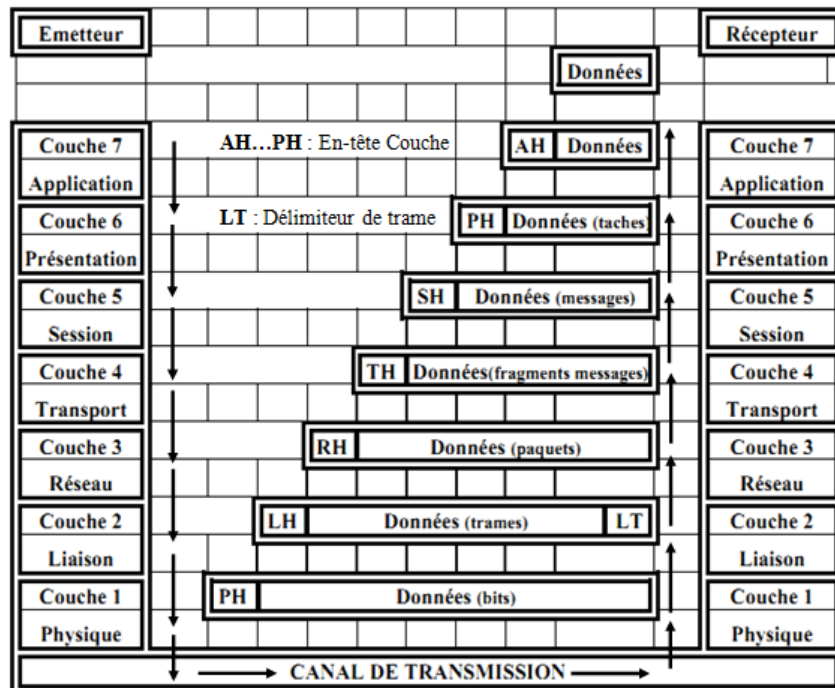
- **Couche 1 (PHYSIQUE)**: relier les systèmes par un lien physique, définit les supports et moyens d'accéder au support physique : spécifications mécaniques (connecteurs), spécifications électriques (niveau de tension), spécifications fonctionnelles (établir, maintenir, et libérer la ligne), déterminer les moyens d'adaptation (ETTD et ETCD). La couche physique est représentée par le matériel de la carte réseau.

**IV.2. Le parcours des données dans le modèle OSI** : lorsque les données sont transférés au sein d'un réseau,

\* Elles parcourent chacune des couches du modèle OSI de l'émetteur (7-Application → 1- Physique). Chaque fois qu'elles traversent une couche, elles sont enrichies de nouvelles informations : on parle d'encapsulation.

\* Elles sont transmises sur le support.

\* Elles parcourent chacune des couches du modèle OSI du récepteur (1-Physique → 7- Application). Chaque fois qu'elles traversent une couche, les informations ajoutées par le protocole de même couche de l'émetteur sont enlevées et exploitées : on parle de désencapsulation.



### IV.3. Concepts de base de la structuration en couches

Pour le modèle OSI, Ces concepts sont classés en deux catégories : ceux portant sur l'organisation des communications et ceux portant sur le transfert de données.

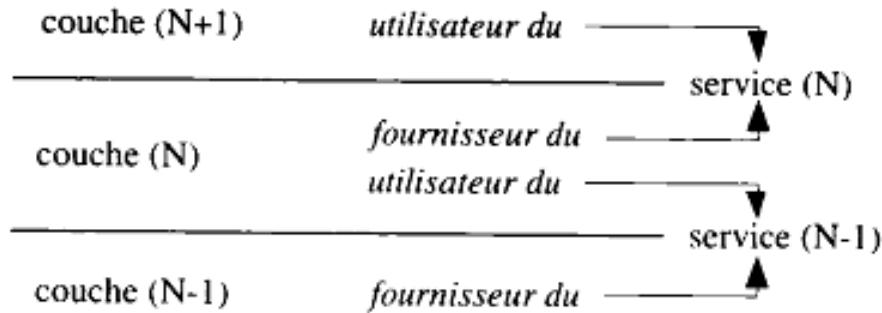
#### A. Organisation des communications avec le modèle OSI (la relation services - primitives)

Pour une communication entre deux systèmes, il faut que :

-Chaque couche "N" du premier système communique seulement avec la même couche "N" du deuxième système : ceci est réalisé à l'aide d'un protocole.

- Pour assurer la communication, il faut en effectuer une demande à l'aide de primitive de service qui instaure le dialogue, les demandes, les réponses, et les échanges d'informations entre les deux couches de même niveau de deux systèmes.

-La demande effectuée sera transmise à la couche immédiatement inférieure à l'aide d'interfaces inter couches nommées services : chaque couche "N", utilise les services "N-1" de la couche la couche "N-1" pour offrir les services "N" à couche "N+1" (sauf les couches d'extrémité). La couche "N-1" est dite fournisseur des services "N-1" alors que la couches "N" est dite utilisateur des services "N-1".



Un modèle conceptuel dans lequel les fournisseurs et les utilisateurs de services interagissent au moyen de quatre types de primitives : les requêtes, les indications, les réponses, et les confirmations (la norme 8509, et la recommandation X.210)

- Une primitive de requête est envoyée par un utilisateur des services "N" (du Premier système) à un fournisseur des services "N" (du premier système) pour lui demander l'activation d'un service particulier (par exemple, l'établissement d'une connexion "N") ;

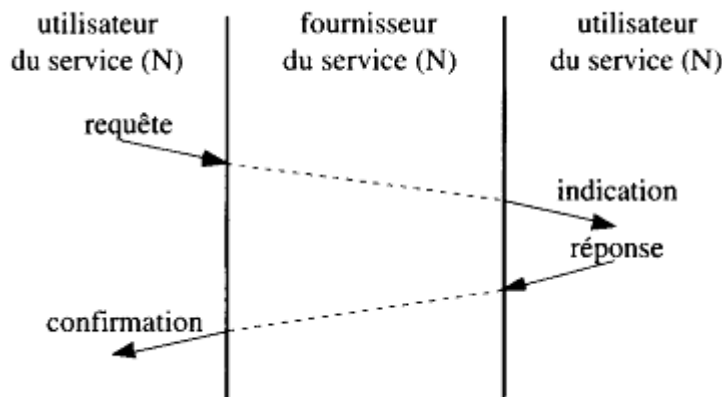
- Une primitive d'indication est envoyée par un fournisseur des services "N" (du premier système) à un utilisateur des services "N"(du deuxième système) pour lui signaler l'activation d'un service particulier;

- Une primitive de réponse est envoyée par un utilisateur des services "N" (du deuxième système) à un fournisseur des services "N "(du premier système) ;

- Une primitive de confirmation est envoyée par un fournisseur des services "N "(du premier système) à un utilisateur des services "N "(du premier système), pour lui signaler que le service demandé a été exécuté.

Les services évoqués peuvent être :

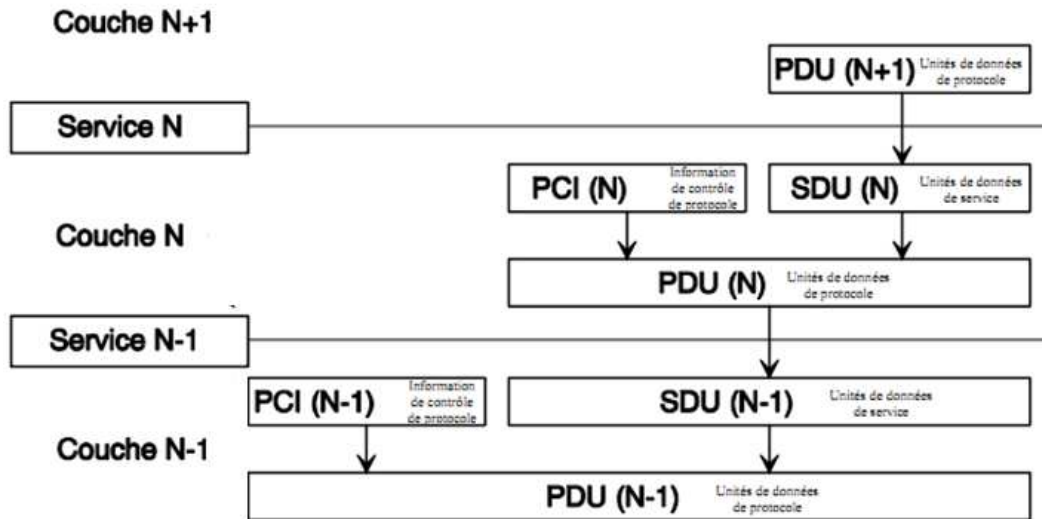
- Confirmés : l'utilisateur ayant demandé l'activation du service reçoit une confirmation de la part du fournisseur sollicité après l'exécution du service. Cela fait intervenir les quatre types de primitives ;



- Non confirmés : ne font intervenir qu'une primitive de requête et la primitive d'indication correspondante, un exemple possible étant le service de libération de connexion.

### B. Transfert de données

Le transfert de données entre les deux couches "N+1" de deux systèmes se fait comme :



- **La couche "N+1"** utilise les services de la couche N pour convoier et fournir un en tête aux unités de données de protocole PDU (Protocol Data Unit) ;
- **La couche N** encapsule le PDU de la couche "N-1" afin de former une unité de données de service SDU (Service Data Unit) de la couche "N" à laquelle on ajoute des informations de contrôle de protocole PCI (Protocol Control Information) ;
- L'ensemble de ces données PCI et SDU sont regroupées pour former une nouvelle unité de données de protocole PDU ;
- **La couche N** utilise les services de la couche N-1 ;
- Les données sont encapsulées par **la couche N-1** et ainsi de suite.

Le passage des couches basses vers les couches hautes se fait en enlevant les informations des protocoles de contrôles PCI.

**Exemple :**

Pour transmettre un fichier F de taille de 1,416 Koctets entre un émetteur et un récepteur, on utilise le modèle OSI pour représenter les différentes opérations d'encapsulation et de désencapsulation. On admet les règles d'échanges suivantes :

- La taille du champ SDU de la couche liaison (trame) est de 1,476 octets ;
- La quantité d'informations de contrôle PCI ajoutée par chaque couche (sauf la couche physique), au niveau de l'émetteur, est de 12 octets.

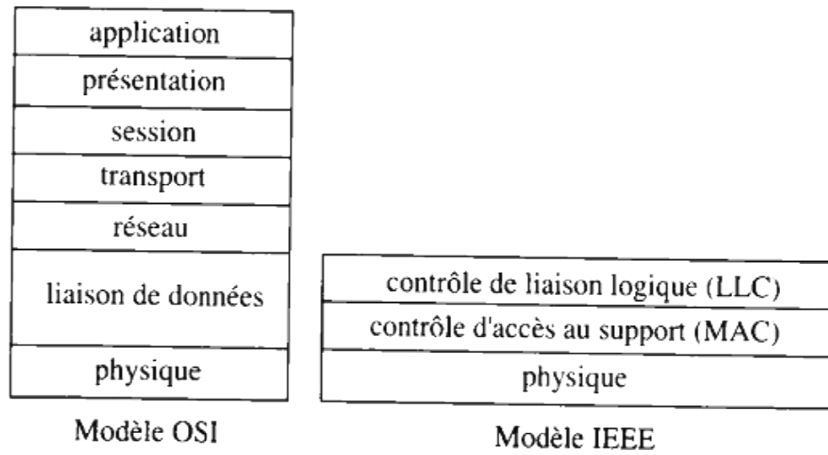
1. Calculer le nombre de trames nécessaires pour transmettre le fichier F ?
2. Calculer la taille de SDU de chaque couche (au niveau de l'émetteur et au niveau du récepteur) puis représenter la procédure d'encapsulation – désencapsulation.

S-----

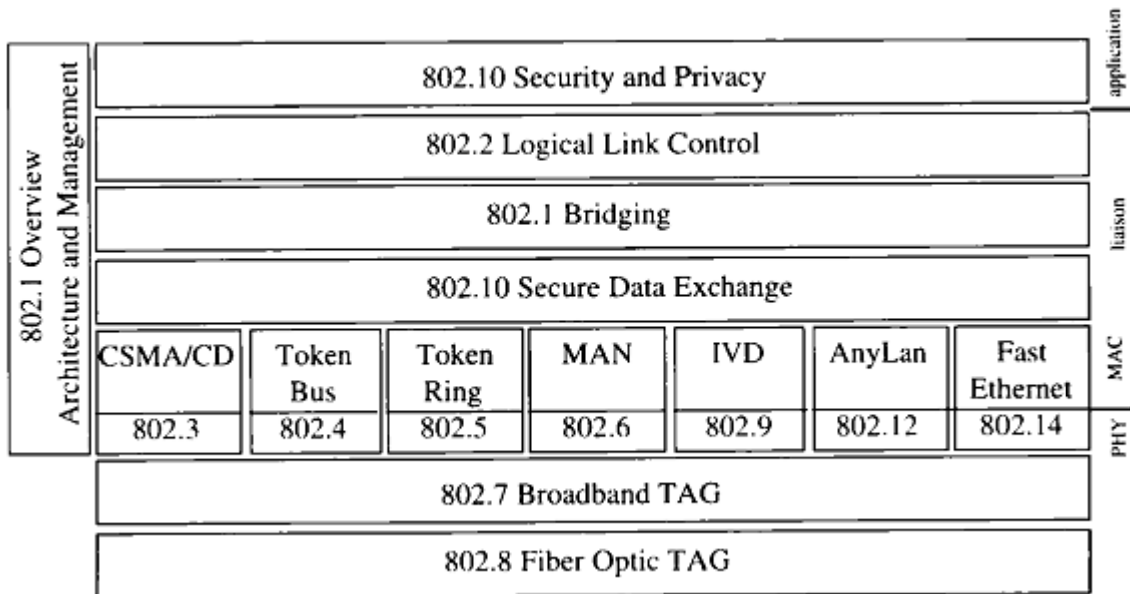
**V. Le modèle IEEE :**

Le besoin de normalisation au niveau des réseau locaux s'étant très vite fait ressentir dès la fin des années 70, le comité 802 de l'IEEE a été formé afin d'élaborer et de proposer des spécifications relatives à un réseau local standard en utilisant l'approche en couche. Le comité 802 s'est restreint à l'étude des niveaux physique et liaison. Les standards produits correspondent ainsi à une implémentation particulière des couches 1 et 2 du modèle OSI.

- La couche physique est fonctionnellement la même que son équivalent dans le modèle OSI ;
- La couche Liaison est divisée en deux sous couches :
  - La sous couche MAC (Medium Access Control) : contrôler l'accès au support de transmission et assurer le partage du support entre les différents utilisateurs.
  - La sous couche LLC (Logic link Control) : gérer les communications et assurer l'interface avec les niveaux supérieurs.



Le comité 802 n'a pas fait un standard unique, mais une série de standards visant à mieux couvrir l'ensemble des besoins.



**802.1** : travaille sur l'ensemble des projets et notamment sur l'administration des réseaux locaux. Il assure le lien avec les couches supérieures de manière à les rendre indépendantes des solutions préconisées dans les couches 1 et 2 de l'ISO. (architecture générale du réseau, format des adresses, interconnexion ... )

**802.2** définit les fonctions de *contrôle* (MAC) de la *liaison* logique (sous couche LLC).

**802.3** définit le protocole de *partage* d'un *bus* par écoute de la porteuse avec détection des collisions (CSMA/CD).

**802.4** définit le protocole de partage d'un *bus à jeton* (Token Bus).

**802.5** définit le protocole de partage d'un *anneau à jeton* (Token Ring).

**802.6** traite le cas des réseaux locaux urbains (MAN).

**802.7 et 802.8** sont 2 groupes de conseils techniques qui ont été créés pour apporter une aide technique aux autres groupes au niveau physique : **802.7** pour les réseaux à large bande, **802.8** pour l'utilisation de fibres optiques. Ils ne produisent pas de normes.

**802.9** traite les réseaux intégrant la voix et les données (RNIS).

**802.10** traite la sécurité des transmissions.

**802.11** traite les réseaux sans fils (WIFI).

## VI. les principaux composants d'un réseau :

**2.1. La carte réseau** : une carte additionnelle ou non qui adapte le format des signaux de l'ordinateur à ceux du réseau. Chaque carte réseau fabriquée dans le monde est unique par son adresse qui a été déterminée et inscrite en mémoire morte lors de sa fabrication. Une adresse de carte est définie sur 6 octets ce qui offre  $2^{48}$  possibilités d'adresses (281 billions). Cette adresse est appelée adresse MAC (Media Access Control).

**2.2 Le répéteur** : est un régénérateur de signal. Sur de grandes longueurs (plusieurs dizaines de mètres), les signaux parcourant un câble se "fatiguent" et se détériorent. Il faut donc leur redonner une nouvelle jeunesse en les régénérant et en filtrant leurs éventuels parasites.

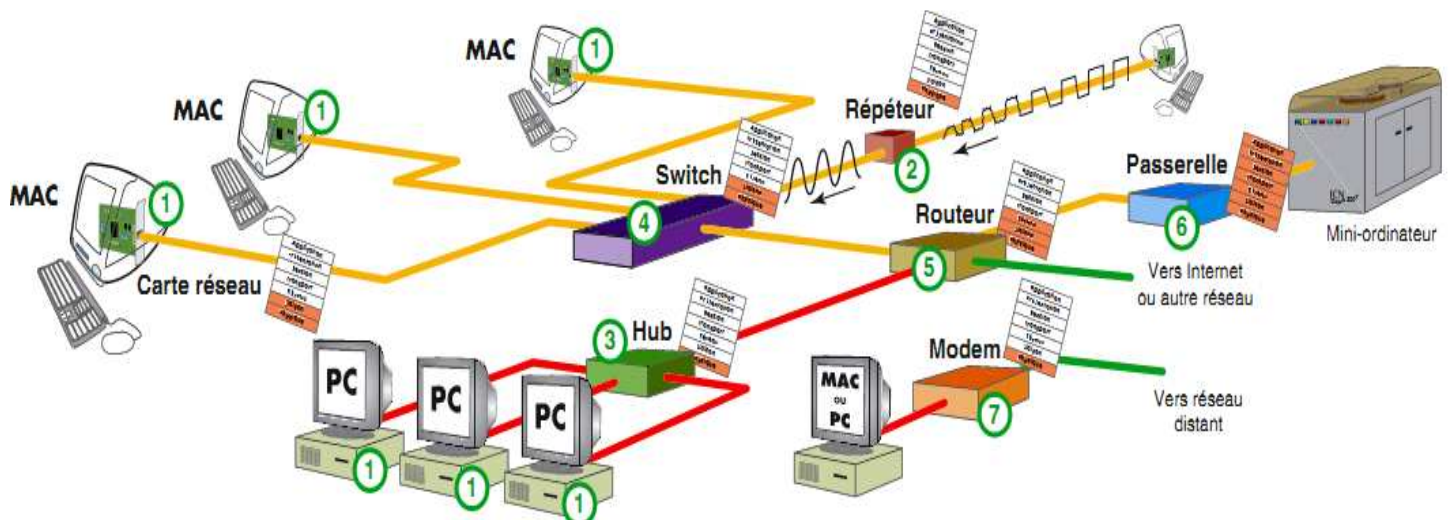
**2.3. Le concentrateur (Hub) :** est un répéteur diffuseur sur lequel se branchent les câbles arrivant des ordinateurs. Son rôle consiste à maintenir la topologie en bus (logiquement). Des ordinateurs reliés à un hub constituent physiquement un réseau en étoile.

**2.4. Le commutateur (Switch) :** est un hub "intelligent". En effet, contrairement au concentrateur, le switch possède en mémoire l'adresse MAC de tous les ordinateurs qui lui sont connectés. Ainsi, les données ne vont plus d'ordinateur à ordinateur pour trouver leur destinataire. Le switch aiguille les informations vers le bon ordinateur. C'est un répéteur aiguilleur.

**2.5. Le routeur :** permet de relier différents réseaux. Il oriente les données vers le meilleur itinéraire. Il peut même détecter automatiquement des itinéraires défectueux ou en ralentissement, et rediriger les informations vers un chemin plus approprié évitant les zones à problème. Le routeur est généralement utilisé pour connecter un réseau à Internet via un modem ou des réseaux de topologies différentes.

**2.6. Les passerelles :** sont des appareils qui permettent la relation entre réseaux ne codifiant pas les informations de la même manière. Elles sont utilisées pour relier des mondes informatiques fondamentalement différents comme les micro-ordinateurs (Macintosh, PC) et des gros systèmes (Mini-ordinateurs IBM par exemple).

**2.7. Le modem :** qui veut dire modulateur-démodulateur adapte les données numériques issues de l'ordinateur en données (analogiques ou numériques) exploitables par le réseau téléphonique. C'est la modulation. La démodulation fait le contraire, elle adapte les données récupérées sur le réseau téléphonique en données compréhensibles par l'ordinateur. Le modem autorise la communication entre réseaux distants (LAN/LAN ou LAN/WAN) via des routeurs. Il existe des modems pour les lignes commutées du classique téléphone familial (RTC) ainsi que pour les lignes RNIS (Réseaux Numérique à Intégration de Service) ou ADSL.



### Exemple1 : Envoi d'un email dans le modèle OSI

Couche application : l'utilisateur tape son message et ajoute des pièces jointes dans Thunderbird, puis clique sur envoyer

Couche de présentation Thunderbird formate le message (texte et pièces jointes) selon le standard MIME

Couche de session : le protocole SMTP est utilisé pour transmettre ces données formatées au serveur d'envoi

Couche de transport : le protocole TCP permet le dialogue entre Thunderbird et le serveur SMTP

Couche de réseau : le protocole IP achemine les fragments du flux TCP

Couche de liaison : le standard MAC et le protocole ARP identifient les machines qui communiquent avec IP

Couche de physique : le protocole Ethernet réalise la communication sur un câble électrique.