

Les réseaux informatiques

Semestre 3

Table des matières

I	Introduction aux réseaux informatiques	5
1	Histoire de la communication	6
2	Évolution des réseaux	8
2.1	Les équipements créés	8
2.2	Démocratisation de l'Informatique	9
3	Classification	10
4	Topologie	12
4.1	Topologie point à point	12
4.1.1	Topologie en étoile	12
4.1.2	Topologie en boucle	13
4.1.3	Topologie maillée	13
4.2	Topologie à diffusion	14
4.3	Choix d'une topologie	15
5	Normalisation	16
5.1	qu'est ce que la normalisation et pourquoi?	16
5.2	Les principaux organismes de normalisation	16
6	Architecture de communication	19
6.1	Qu'appelle-t-on Architecture de Communication?	20
6.2	Quels sont les services offerts par une architecture de communication?	20
6.3	Pourquoi normaliser l'architecture?	21

6.4	Le modèle OSI	21
6.4.1	Utilité et objectifs	21
6.4.2	Les couches	22
6.4.3	Intéraction entre entités	23
6.4.4	Transfert des données utilisateurs	26
6.4.5	Intéractions entre entités	27
II	Transmission des données	28
7	Codage de l'Information	29
A	TD 1	30

Première partie

Introduction aux réseaux informatiques

Histoire de la communication

Les humains ont toujours voulu **communiquer plus vite et plus loin**, ceci en utilisant des codes, alphabets, langages, ...

Ex Les Gaulois, écrit Jules César dans “La guerre des Gaules”, avec la voix de champ en champ pouvaient transmettre une nouvelle à 240km de distance en une journée.

Les Grecs, en utilisant des flambeaux disposés de façon à indiquer les lettres de l’alphabet communiquaient, au temps d’Alexandre, de l’Inde à la Grèce en 5 jours.

Le concept de la communication n’a pas changé de nos jours, nous avons toujours un système de codage afin que l’émetteur et le destinataire puisse communiquer. Cependant les supports de la communication ont changé afin de gagner en rapidité (ondes radio, fibre optique...) ¹

1464 Poste Royale (Louis XI)

L’inconvénient principal était le temps de transmission.

1794 Télégraphe optique (Chappe)

Les inconvénients du télégraphe optique sont la visibilité et l’atténuation...Cependant, nous procédons de la même façon, nous utilisons un système de relais : c’est un fondamental.

1832 Télégraphe Électrique (Shilling)

1837 Code Télégraphique (Morse) et création de l’administration du Télégraphe

1854 1^{er} projet de téléphone (Bourseul)

1860 Lois de l’électromagnétisme (Maxwell)

1876 Brevet du Téléphone (Bell)

1887 Étude sur les ondes Radioélectriques (Hertz)

1889 Nationalisation de la société Français de Téléphone

1892 Étude sur la Radiodiffusion (Crooker)

1896 Liaison de TSF (Marconi)

1897 Émission Radio au Panthéon

1901 Monopole d’état sur la radiodiffusion

1915 Téléphone automatique

1917 Télégraphe de Baudot

1. Les supports de communication présentent tous des caractéristiques techniques.

1943 Premier calculateur électronique. Début de l'ère du traitement électronique de l'information : **Informatique**, suivit de la volonté d'obtenir un moyen de télécommunications entre les équipements Informatique : **Réseaux Informatiques**.
Ainsi, un support de communication, nécessitait un réseau différent (Son \Rightarrow Radio, Image \Rightarrow TV, Texte \Rightarrow Télégraphe, ...). Une fusion va se produire.

Composants \Rightarrow Signal \Rightarrow Équipements \Rightarrow Protocoles \Rightarrow Architectures \Rightarrow Services.

Évolution des réseaux

De la même manière que la téléphonie et le télégraphe, nous sommes passé d'une phase expérimentale à une phase d'utilisation. Ainsi l'Informatique à beaucoup évolué. Cette évolution à été progressive, il y a eu plusieurs étapes qui ont marqués les réseaux de communication.

Coûts des équipements Informatiques / Coûts de la Communication À l'origine seul les grands comptes étaient capable d'avoir des équipements informatiques. Ainsi les SSI¹ sont nées.

Système de Télétraitement Ces systèmes ont été destinés aux entreprises, afin qu'à distance elles puissent utiliser la puissance d'un ordinateur qui était géographiquement loin. Une première structure de réseau Informatique fut créée.

R Nous sommes en train de revenir à cette solution créée 40 ans auparavant :
Le cloud computing

2.1 Les équipements créés

Afin de construire ces structures de réseaux de communication nous avons mis en place des équipements :

Processeur Frontal de Communication²

Multiplexeurs et concentrateurs Équipement de partage du support de communication, permettent d'avoir des nœuds de communication.

Liaisons Spécialisées Nous avons besoin d'un réseau spécialisé afin d'interconnecter les appareils, pour les connections point à point.

Modem Pour les trafics de grande ligne, il fut choisi d'utiliser un réseau déjà existant, le téléphone. Cependant, le signal à transmettre doit être adapté au support de transmission, on va donc utiliser un adaptateur qui permettra de faire passer le signal sur le réseau téléphonique : le modem.

Commuteurs Pour avoir une connexion la plus rapide possible, nous avons besoin d'un algorithme de routage afin de passer par un chemin en fonction du trafic présent sur la ligne : le routeur.

Protocole de communication Permet de faire dialoguer deux machines entre elles, elles doivent utiliser le même protocole afin de se comprendre syntaxiquement et sémantiquement.

1. Société de Service en Informatiques

2.2 Démocratisation de l'Informatique

1970 La genèse des protocoles de communication date des années 1970. En réseau, rien n'a été inventé de nouveau, cela à surtout été des progrès technologiques : rapidité, miniaturisation, coûts et donc démocratisation. Les premiers mini-calculateurs.

1980 Début de l'informatique personnelle et mise en œuvre des réseaux locaux.

1990 Applications de l'Internet, premiers mobiles et satellites.

Classification

Pour effectuer une classification, il faut préciser le critère de classification. Le critère le plus utilisé est celui de la distance entre entités communicantes.

1. Architectures des calculateurs / Architecture de communication
2. LAN¹ ou RLE²
3. WAN³ ou RLD⁴
4. DAN⁵, MAN⁶...

Distance		Exemple
1m	Square meter	PAN
10m	Room	LAN
100m	Building	LAN
1km	Campus	LAN, DAN
100 km	City	WAN
1000km	Continent	WAN
10 000km	Planet	WAN, The Internet

Prenons un ordinateur et considérons son archi-

tecture. Nous remarquons que des données sont acheminées entre entités sur des bus de communication. Il existe même une coopération entre processeur de traitement et co-processeurs (mathématique, graphique...). Dans certaines architectures différents processeurs de traitement coopèrent selon des schémas bien établis (pipeline, SIMD, MIMD...). Bien que certains problèmes rencontrés dans l'architecture d'un ordinateur se rapprochent de ceux d'un réseau informatique, la discipline " Architecture des calculateurs " est à distinguer de la discipline " Architecture de Communication ". En effet, la première s'intéresse essentiellement à ce qui se passe à l'intérieur d'un ordinateur, tandis que la seconde s'intéresse à la communication dans sa globalité. C'est pourquoi nous commençons à parler de Réseau lorsque des systèmes autonomes (ex. le calculateur) sont reliés entre eux.

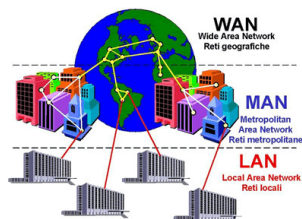
Si la distance est inférieure à 1 m, nous parlons de PAN (Personal Area Network) pour intrconnecter les équipements personnels tels que GSM, portables, organiseurs...

Si l'environnement est local, nous parlons de RLE (Réseau Local d'Entreprise) ou LAN (Local Area Network).

Si la distance est plus grande, nous parlons de RLD (Réseau Longue Distance) ou WAN (Wide Area Network).

-
1. Local Area Network
 2. Réseau Local d'Entreprise
 3. Wide Area Network
 4. Réseau Longue Distance
 5. Departmental Area Network
 6. Metropolitan Area Network

En réalité, cette séparation entre LAN et WAN couvre d'autres aspects. En effet, pour être opérateur de télécommunications sur un WAN, il faut être autorisé par l'état qui délivre une licence. De ce fait, ce sont les opérateurs nationaux qui se sont intéressés fortement à la normalisation des protocoles dans cet environnement. Par contre les LAN étaient mis en oeuvre à l'intérieur d'une entreprise qui désirait raccorder ses équipements informatiques par ex. C'est pourquoi, les architectures de communication au niveau des LAN ont été issues essentiellement du monde informatique. D'autre part, certains protocoles développés dans des LAN tiennent compte d'une distance maximale entre entités pour fonctionner. Cela veut dire que les protocoles conçus pour des LAN ne sont pas adaptés aux WAN. Le contraire est possible mais la complexité de certains protocoles WAN est inutile au niveau des LAN.



La séparation LAN/WAN va être plus affinée par l'introduction de DAN (Departemental Area Network), département au sens de département d'une université, laboratoire, centre, institut; de CAN (Campus Area Network) pour les campus universitaires et de MAN (Metropolitan Area Network), par exemple un réseau de ville. Mais le LAN, MAN et WAN restent les termes les plus utilisés.

Le choix du critère de distance n'est pas le seul possible. En effet, il est possible d'effectuer les choix suivants :

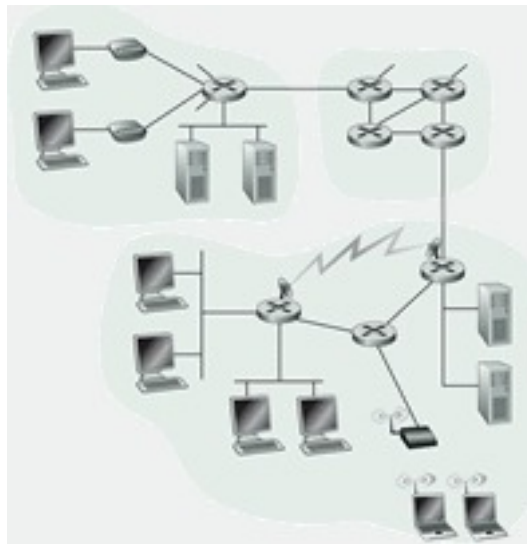
- le débit : Réseau bas débit, moyen débit, haut débit, très haut débit ;
- le modèle d'architecture : Réseau OSI, X.25, SNA, DNA, DSA...
- la gestion : Réseau public, privé
- ...

Des classifications plus fines peuvent être effectuées. Par exemple pour un LAN on distingue :

- le réseau autour d'un PABX (Private Automatic Branch eXchange) ou PBX (réseau téléphonique d'une entreprise) ;
- le réseau bureautique (partage d'imprimantes, de logiciels...) ;
- le réseau local industriel (composé de capteurs et d'actionneurs) ;
- le réseau large bande ou intégré (pour véhiculer le texte, son, image, vidéo) ;
- ...

Topologie

Schématiquement, un réseau de communication est composé de terminaux, de noeuds et de liens. Le terme de noeud a été aussi désigné par le nom d'IMP (Interface Message Processor). L'IMP était le noeud de commutation de paquets utilisé pour connecter les ordinateurs à l'ARPANET à la fin des années 60 et pendant les années 70. C'était la première génération de ce qui s'appelle aujourd'hui routeur.



4.1 Topologie point à point

L'information est émise d'un terminal à un autre après avoir traversé un ou plusieurs noeuds. Les réseaux à commutation ont cette topologie.

4.1.1 Topologie en étoile

Dans la topologie en étoile, le noeud central reçoit et envoie tous les messages. L'architecture est simple mais la panne du noeud central paralyse tous les noeuds. D'autre part ce noeud doit avoir les capacités suffisantes pour supporter tout le trafic et le coût en liaisons à déployer peut être conséquent.

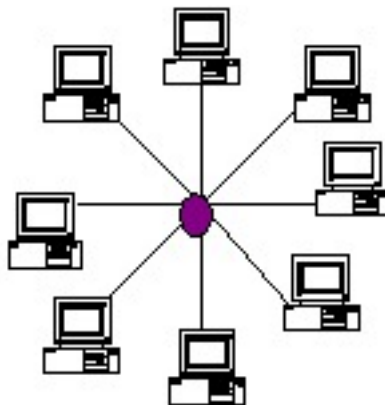


FIGURE 4.1 – Topologie en étoile

4.1.2 Topologie en boucle

Dans la topologie en boucle, chaque noeud reçoit un message de son voisin en amont et le retransmet au noeud en aval. Il faut veiller dans certains cas à ce que le noeud émetteur retire le message qui risque de tourner indéfiniment dans le réseau. D'autre part, si un noeud tombe en panne, la boucle est coupée. On peut résoudre cela par une double boucle avec reconfiguration en cas de panne.

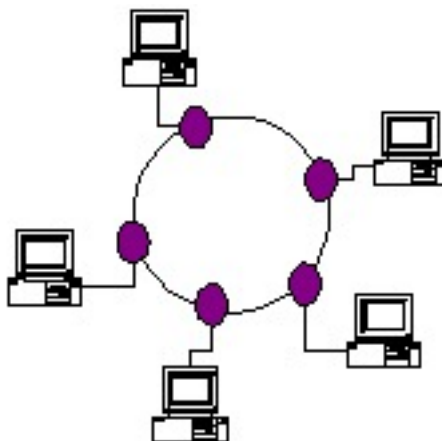


FIGURE 4.2 – Topologie en boucle

4.1.3 Topologie maillée

Dans la topologie maillée, on peut avoir une interconnexion complète (maillage régulier) mais cela peut coûter cher en câblage. C'est pourquoi, une étude du trafic permet d'établir une infrastructure de maillage irrégulière. Dans ce cas, il faut prévoir au moins deux routes pour aller d'un point à un autre et un algorithme de routage efficient qui diminue le temps de traversée du réseau.

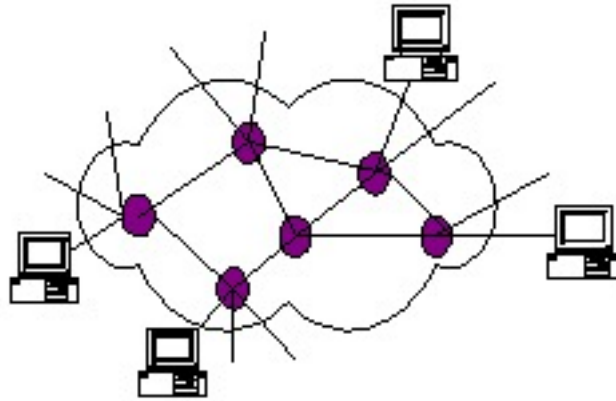


FIGURE 4.3 – Topologie maillée

4.2 Topologie à diffusion

Également appelé broadcast, l'information émise d'un terminal peut être reçue par différents terminaux et même tous les terminaux (message diffusé). Cette possibilité est due au fait que les différents terminaux se partagent un même support. Un des problèmes majeurs dans cette topologie est l'accès au média. Comment peut s'effectuer le contrôle et comment gérer les collisions ? Dans ce paragraphe, nous nous intéressons aux différentes topologies indépendamment de la méthode de partage du support.

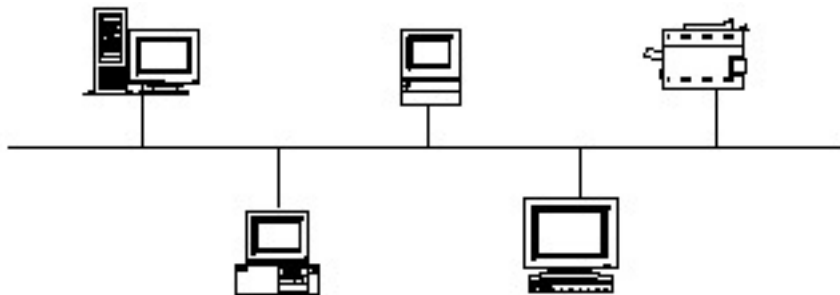


FIGURE 4.4 – Topologie en bus

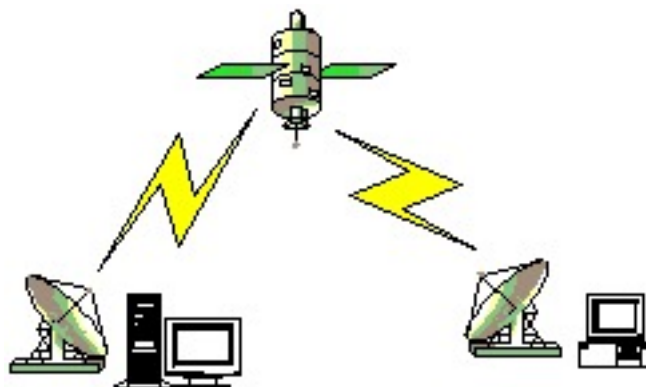


FIGURE 4.5 – Topologie Satellite

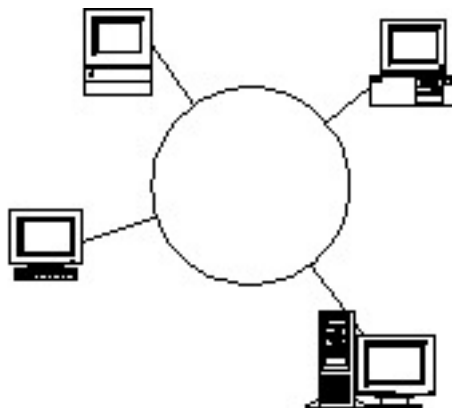


FIGURE 4.6 – Topologie en anneau

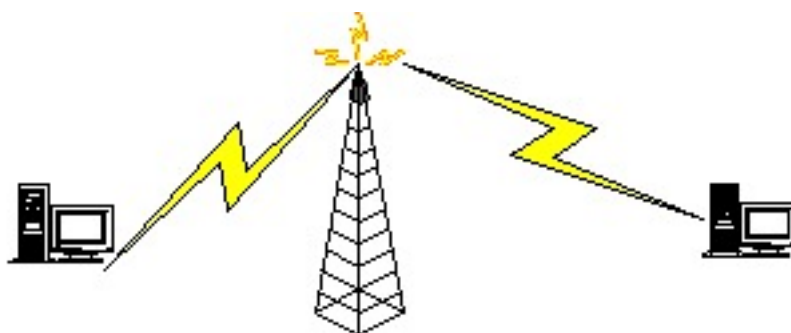


FIGURE 4.7 – Topologie radio

Les topologies en bus et en anneau sont essentiellement utilisées dans les réseaux locaux. Dans ces configurations, si le support est coupé, alors le réseau s'arrête. C'est pourquoi, tout en utilisant le mode de diffusion bus ou anneau, l'architecture physique est une architecture en étoile (utilisation de Hub).

4.3 Choix d'une topologie

Toute topologie adoptée doit faire au préalable l'objet d'une étude prenant en compte plusieurs facteurs :

- nombre de stations à connecter ;
- flux des données ;
- coût ;
- distance entre entités communicantes ;
- évolution possible ;
- résistance aux pannes et lignes de secours ;
- administration ;
- ...

Normalisation

Une des difficultés de la discipline des “réseaux informatiques ” réside dans la quantité, que certains trouveront abusive, des sigles, normes, organismes de normalisation... Il est toutefois nécessaire d’intégrer cette terminologie, d’apprendre ce langage, pour mieux appréhender ce “ nouveau monde ”. Le meilleur conseil que nous pouvons donner à l’étudiant est de se procurer un dictionnaire de téléinformatique/télécommunications.

5.1 qu’est ce que la normalisation et pourquoi ?

Pour comprendre la normalisation, essayez de lire le mot suivant : yfgtke

Impossible si vous ne connaissez pas les règles de représentation des mots. En effet, si des normes d’écriture n’avaient pas été établies, il aurait été difficile de communiquer par ce moyen. Donc, la normalisation n’est rien d’autre que des règles établies qui doivent être suivies par les entités désirant communiquer.

Au fait, le mot était rectangle.

Evidemment, si chacun établit et suit sa propre norme, la normalisation ne sert à rien. C’est pourquoi la normalisation n’a d’intérêt que si elle est appliquée par une grande communauté.

Le dictionnaire donne la signification suivante :

- normalisation : assujettissement à des normes, des types, des règles techniques ;
- norme : principe, règle, type, modèle.

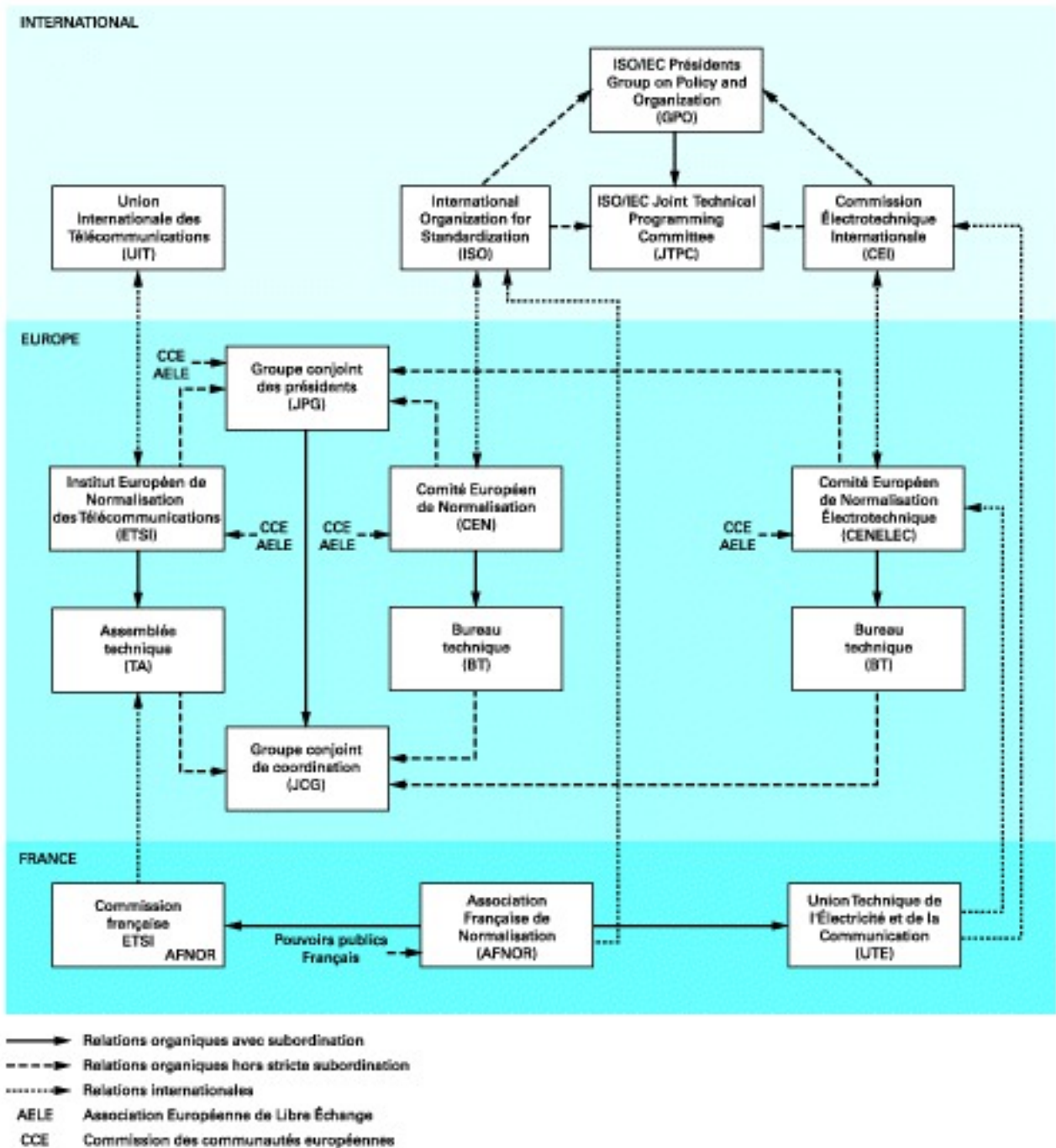
Les constructeurs informatiques et les opérateurs de télécommunications ont été les premiers à établir des normes dans ce domaine. Des normes multiples et incompatibles coexistent. Des passerelles sont établies entre certaines normes.

5.2 Les principaux organismes de normalisation

Dans ce paragraphe, nous allons présenter quelques organismes de normalisation parmi les plus importants. Certains de ces organismes s’intéressent à la normalisation dans différents domaines, dont celui des télécommunications ; d’autres organismes (indiqués avec une astérisque) sont issus des opérateurs de télécommunications. Pour bien les positionner, nous utiliserons le critère de portée administratif et légal. Ainsi, nous distinguons :

- les organismes internationaux : ISO, ITU (ex-CCITT) ;

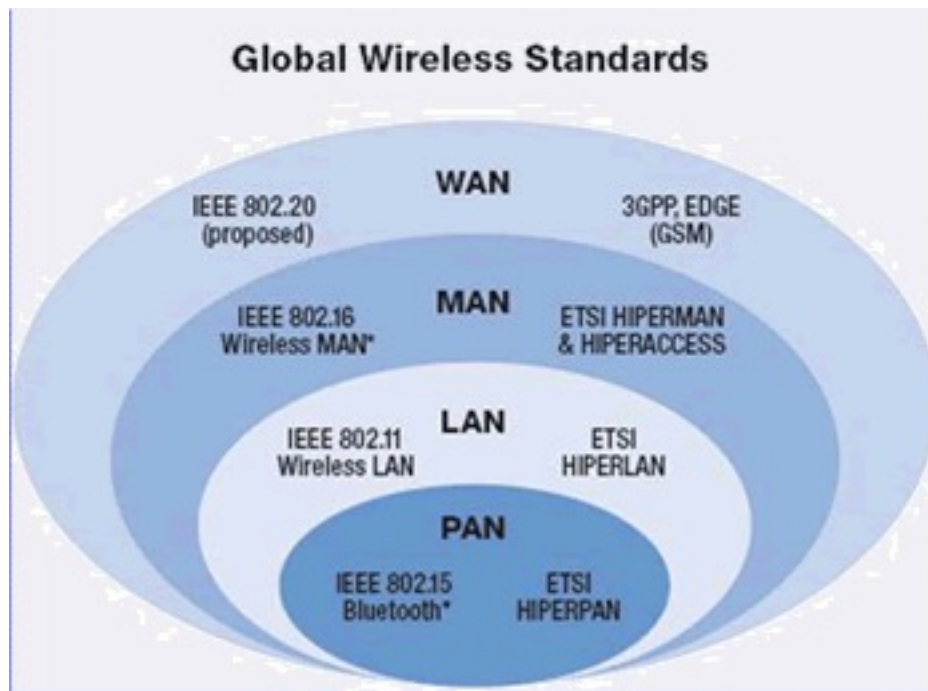
- les organismes multi-nationaux (Europe) : CEN/CENELEC, ETSI ;
- les organismes nationaux : AFNOR (FR), ANSI (USA), DIN (GER), BSI (UK), Telecoms ;



Certains organismes privés essentiellement américains ont un très grand poids :

- DARPA du DoD ;
- IEEE ;
- EIA ;
- NBS ;
- ECMA ;
- ...

Voilà un exemple de standards pour le sans-fil :



Architecture de communication

Transmission physique Correspond au supports, au type d'encodage, aux liaisons, toute l'architecture physique.

Contrôle d'erreurs Vérifier que les paquets sont bien arrivés.

Contrôle de flux S'assurer que l'émetteur n'aille pas trop vite par rapport au récepteur

Routage en cas de nœud de communication, choisir le chemin le plus rapide ceci en fonction du trafic.

Régulation de flux (congestion) Réguler le flux pour éviter la congestion¹, il préfère la prévention afin d'éviter les bouchons.

Séquencement Les fichiers sont découpés en plusieurs paquets, en effet un paquet à une taille maximum, le séquencement réassemble les paquets afin de reconstituer le fichier grâce à une numérotation des paquets..

Contrôle de bout en bout Vérifier que le fichier à bien été reconstitué.

Gestion du dialogue

Reprise sur incidents Cela permet aussi de gérer un arrêt de la connexion réseau afin de reprendre le transfert à l'endroit où il s'était arrêté

Transformation de l'information Codage de l'information (avec le code ASCII par exemple), compression (codecs), sécurité de l'information (cryptage)

Synchronisation des processus Sémantique de l'application, c'est-à-dire quelle opération au niveau applicatifs (Renommer un fichier, créer un répertoire, ...)

Des **architectures normalisées** ont été mis en place par les opérateurs de Télécommunications (X21, X25, ISDN,...).

Des **architectures propriétaires** ont également être mise en place par les constructeurs informatiques (SNA, DNA, DSA).

1977 ISO constitue un comité pour la normalisation dans le domaine des télécommunications et de l'interconnexion des systèmes.

1984 ISO 7948 référence CCITT X.200 (ITU)

OSI Cadre fonctionnel – Le modèle de référence. Les objectifs du modèle OSI sont les suivants :

- Décomposer (décomposition fonctionnelle)
- Structurer
- Assurer l'indépendance vis à vis du matériel et du logiciel.

1. Peut être assimiler aux bouchons

6.1 Qu'appelle-t-on Architecture de Communication ?

Quand on parle d'Architecture, on se réfère à une structure d'éléments définissant un système complexe. Dans le langage courant, l'architecture est "l'art de concevoir et de construire un bâtiment selon des règles techniques" (Le Petit Larousse). Pour un informaticien, il est fait souvent référence à l'architecture du ordinateur, ensemble structuré d'éléments électroniques et logiques.

L'Architecture de Communication définit l'ensemble des entités nécessaires à la Communication ainsi que les règles régissant les échanges entre elles. On parle aussi d'Architecture de Réseau.

Pour bien comprendre les notions sous-jacentes à l'architecture de communication, prenons un exemple d'une communication entre individus par l'intermédiaire du réseau postal :

Le responsable d'une entreprise française (FR) négocie un marché avec le responsable d'une entreprise brésilienne (BR). Pour cela, un échange de documents en langue anglaise (langue commune) entre les deux responsables est réalisé. Le processus d'échange peut-être décrit de la façon suivante (on supposera que pour chaque fonction bien identifiée, un service est requis) :

1. FR rédige le document explicitant les conditions du marché; FR confie ce document au service de traduction pour effectuer la traduction et se charger de l'envoi ;
2. Le traducteur effectue la traduction et confie le document au service secrétariat pour envoi ;
3. Le secrétaire référence le document et demande au service courrier de s'occuper de l'envoi ;
4. Le service courrier en fonction de la qualité de service requise pour cet envoi choisit le mode d'acheminement (courrier postal, fax, messenger,...) le plus approprié, précise l'adresse complète du destinataire final et expédie le document ;
5. L'acheminement se fera à travers différents réseaux des différents pays en utilisant l'adresse du site destination ainsi que les informations de trafic ;
6. Sur chaque liaison traversée, des mécanismes de contrôle sont mises en oeuvre pour s'assurer de la non altération du document transporté ;
7. Selon le service support utilisé, une interface spécifique et une représentation physique de l'information est mise en oeuvre ;

Des fonctions similaires seront mises en oeuvre du côté destinataire en remontant les différentes couches.

6.2 Quels sont les services offerts par une architecture de communication ?

Les services offerts par une architecture de communication couvrent tous les aspects de la transmission physique jusqu'à la synchronisation des processus applicatifs :

- Transmission physique ;
- Contrôle d'erreurs ;
- Routage ;
- Régulation de flux (congestion) ;
- Séquencement ;
- Contrôle de bout en bout ;
- Gestion du dialogue ;
- Reprise sur incidents ;

- Transformation de l'information (codage, compression, cryptage...);
- Synchronisation des processus;

6.3 Pourquoi normaliser l'architecture ?

Les opérateurs de Télécommunications, réunis au sein du CCITT (ITU actuellement), ont défini des architectures de communications permettant l'échange d'informations. Ainsi, leurs réseaux étaient interopérables ce qui a permis la constitution de réseaux internationaux.

Le monde Informatique n'a pas réagi de la même façon. Les intérêts n'étaient pas les mêmes. Au début de l'ère informatique, les constructeurs ont défini des Architectures de Communication permettant l'échange de données entre leurs équipements informatiques. Ainsi, IBM a défini SNA (Systems Network Architecture), DEC a défini DNA (Digital Network Architecture)... Ces Architectures avaient l'inconvénient majeur d'être trop souvent liées à des équipements spécifiques : ce sont des Architectures Constructeurs ou des Architectures Propriétaires. L'aberration de cette situation se répercuta sur les utilisateurs : par exemple une agence de voyages devait se munir d'autant de terminaux que de Systèmes Informatiques différents auxquels elle devait accéder. Des îlots de réseaux de constructeurs s'étaient formés.

Face à cette situation, en 1977, l'organisation ISO a constitué des comités pour le développement d'une architecture commune permettant la connexion des équipements et l'échange de données entre eux. Ainsi, au sein du Comité Technique (TC : Technical Committee) TC97, deux Sous Comités (SC : SubCommittee) SC6 et SC21 s'occupèrent de la normalisation dans le domaine des Télécommunications et de l'Interconnexion de Systèmes. Le premier modèle a été achevé en 1979. En 1984, ISO publia le document ISO 7498 relatif au modèle de référence pour l'Interconnexion de Systèmes Ouverts OSI (Open Systems Interconnection). Le modèle OSI est référencé au CCITT sous la norme X.200.

6.4 Le modèle OSI

6.4.1 Utilité et objectifs

On appelle Système Ouvert Réel un système réel dont la communication avec un autre système réel se fait conformément au modèle OSI.

Le modèle OSI définit un cadre fonctionnel pour l'élaboration de normes d'interconnexion de systèmes. En aucun cas, OSI ne décrit comment ces systèmes fonctionnent en interne ou comment les normes doivent être implantées. OSI est un modèle et non une pile de protocoles.

Les objectifs du modèle OSI sont :

- Décomposer et structurer le système de communication en éléments directement réalisables (Décomposition fonctionnelle);
- Assurer le maximum d'indépendance vis à vis du matériel et du logiciel;

SI regroupe les entités en 7 couches. Chaque couche correspond à un niveau logique de fonctions. On distingue :

- Les couches basses (1-4) relatives au transfert de l'information;
- Les couches hautes (5-7) relatives au traitement réparti de l'information;

6.4.2 Les couches

			Exemple
7 N+4		Application	HTTP
6 N+3		Présentation	HTML, MPEG
5 N+2		Session	
4 N+1		Transport	TCP
3 N		Réseau	IP
2 N-1		Liaison	Wifi
1 N-2		Physique	RJ45

SERVICES APPLICATIFS (Couches hautes)

SERVICES TRANSPORTS (Couches basses)

6.4.2.1 Couche 1

1. Couche Physique : Elle s'occupe de la transmission des bits de façon brute sur un canal de communication. Cette couche doit garantir la parfaite transmission des données (un bit 1 envoyé doit bien être reçu comme bit valant 1). Concrètement, cette couche doit normaliser les caractéristiques électriques (un bit 1 doit être représenté par une tension de 5 V, par exemple), les caractéristiques mécaniques (forme des connecteurs, de la topologie...), les caractéristiques fonctionnelles des circuits de données et les procédures d'établissement, de maintien et de libération du circuit de données. ;

6.4.2.2 Couche 2

2. Couche Liaison de Données : Son rôle est un rôle de "liant" : elle va transformer la couche physique en une liaison a priori exempte d'erreurs de transmission pour la couche réseau. Elle fractionne les données d'entrée de l'émetteur en trames, transmet ces trames en séquence et gère les trames d'acquittement renvoyées par le récepteur. La couche liaison de données doit être capable de renvoyer une trame lorsqu'il y a eu un problème sur la ligne de transmission. De manière générale, un rôle important de cette couche est la détection et la correction d'erreurs intervenues sur la couche physique. Cette couche intègre également une fonction de contrôle de flux pour éviter l'engorgement du récepteur.

6.4.2.3 Couche 3

3. Couche Réseau : C'est la couche qui permet de gérer le sous-réseau, i.e. le routage des paquets sur ce sous-réseau et l'interconnexion des différents sous-réseaux entre eux. Au moment de sa conception, il faut bien déterminer le mécanisme de routage et de calcul des tables de routage (tables statiques ou dynamiques...). La couche réseau contrôle également l'engorgement du sous-

réseau. On peut également y intégrer des fonctions de comptabilité pour la facturation au volume, mais cela peut être délicat. L'unité d'information de la couche réseau est le paquet.

6.4.2.4 Couche 4

4. Couche Transport : Si la couche réseau rend le service de transfert d'informations de terminal réseau à terminal réseau, la couche transport contrôle le transfert de bout en bout (d'utilisateur final à utilisateur final). Le rôle principal de la couche transport est de prendre les messages de la couche session, de les découper s'il le faut en unités plus petites et de les passer à la couche réseau, tout en s'assurant que les morceaux arrivent correctement de l'autre côté. Cette couche effectue donc aussi le réassemblage du message à la réception des morceaux. Cette couche est également responsable du type de service à fournir à la couche session, et finalement aux utilisateurs du réseau : service en mode connecté ou non, avec ou sans garantie d'ordre de délivrance, diffusion du message à plusieurs destinataires à la fois... Cette couche est donc également responsable de l'établissement et du relâchement des connexions sur le réseau. Un des tous derniers rôles à évoquer est le contrôle de flux.

6.4.2.5 Couche 5

5. Couche Session : La session de transfert d'informations peut subir divers incidents. Un service de reprise sur incidents peut être nécessaire. D'autre part, des outils nécessaires à la gestion du dialogue peuvent être utilisés. Cette couche organise et synchronise les échanges entre tâches distantes.

6.4.2.6 Couche 6

6. Couche Présentation : Il ne suffit pas de transférer les données. Il faut aussi les interpréter en vue d'une bonne coopération. La syntaxe des données échangées entre entités applicatives est définie à ce niveau. Typiquement, cette couche peut convertir les données, les reformater, les crypter et les compresser.

6.4.2.7 Couche 7

7. Couche Application : Elle comprend les programmes d'applications ainsi que des fonctions applicatives génériques permettant le développement d'applications distribuées.

6.4.3 Interaction entre entités

Nous utilisons la notation '(N)' pour signifier "de rang N".

La technique de structuration de base du Modèle OSI est la structure en couches : chaque système est logiquement composé d'un ensemble ordonné de sous-systèmes représentés verticalement. Voilà quelques définitions.

6.4.3.1 Définitions

Sous-système (N) Élément de rang N d'une division hiérarchique d'un système n'ayant d'interactions qu'avec les éléments des niveaux immédiatement supérieur et inférieur de cette division.

Couche (N) Subdivision de l'architecture OSI, constituée de sous-systèmes de rang N. On dit qu'une couche fournit un service ou qu'elle est prestataire de services.

Entité (N) Élément actif d'un sous-système (N).

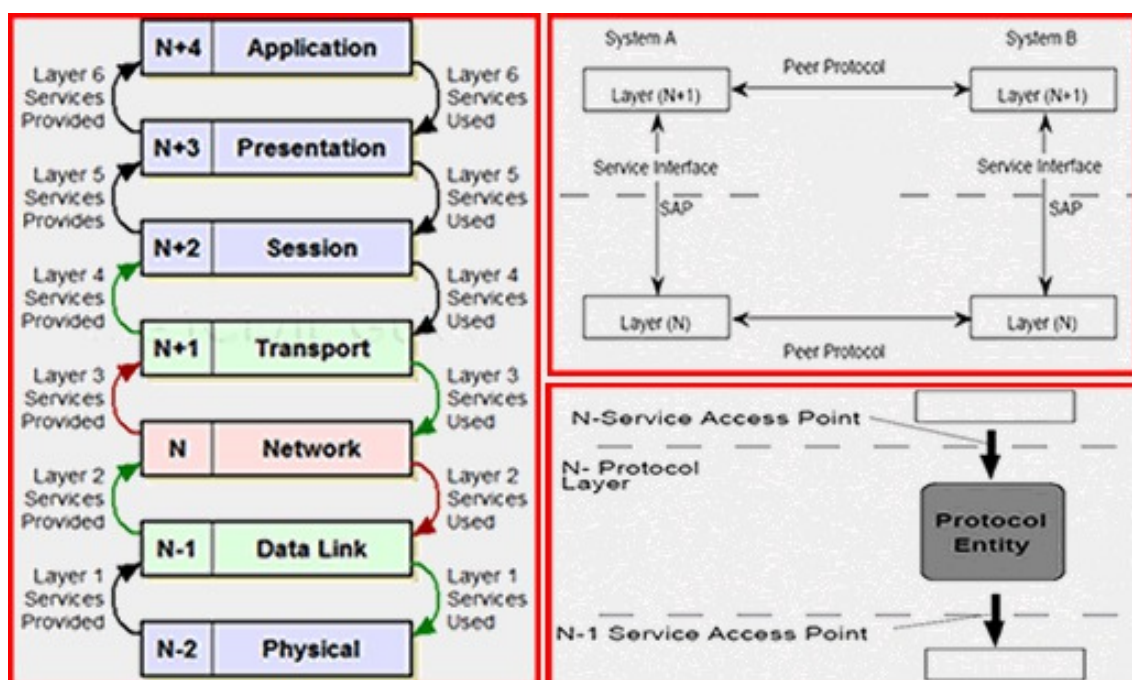
Service Capacité que possède la couche (N) -et les couches inférieures à celle-ci, fournie aux entités (N+1), à la frontière entre la couche (N) et la couche (N+1). Ces services sont invoqués par des primitives, spécifiques du service.

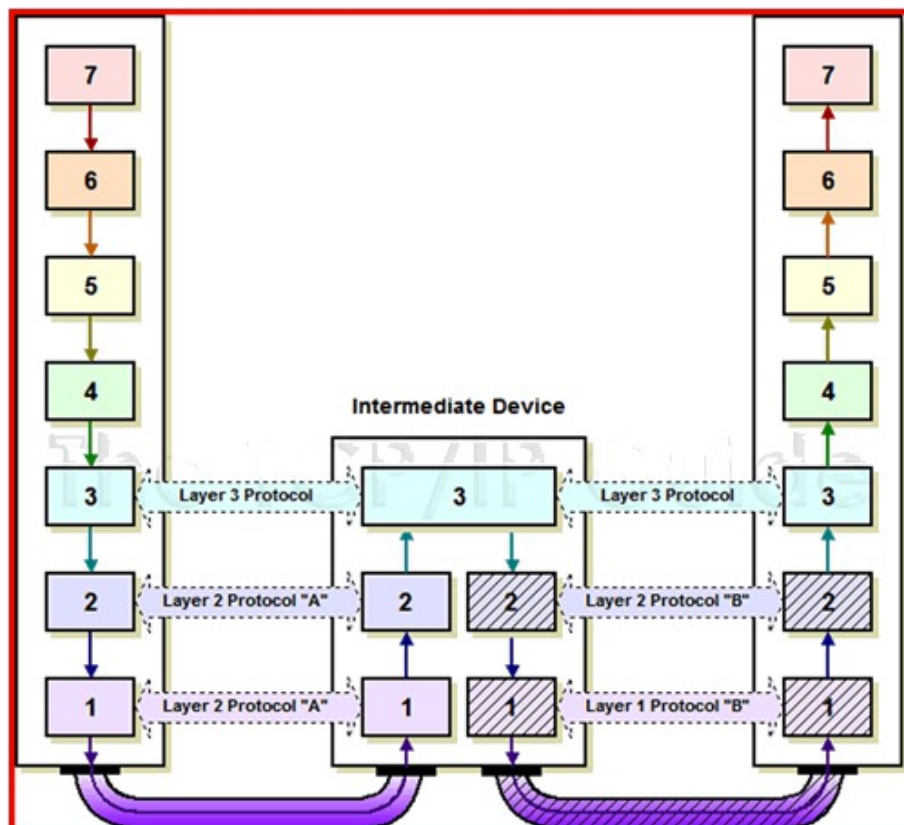
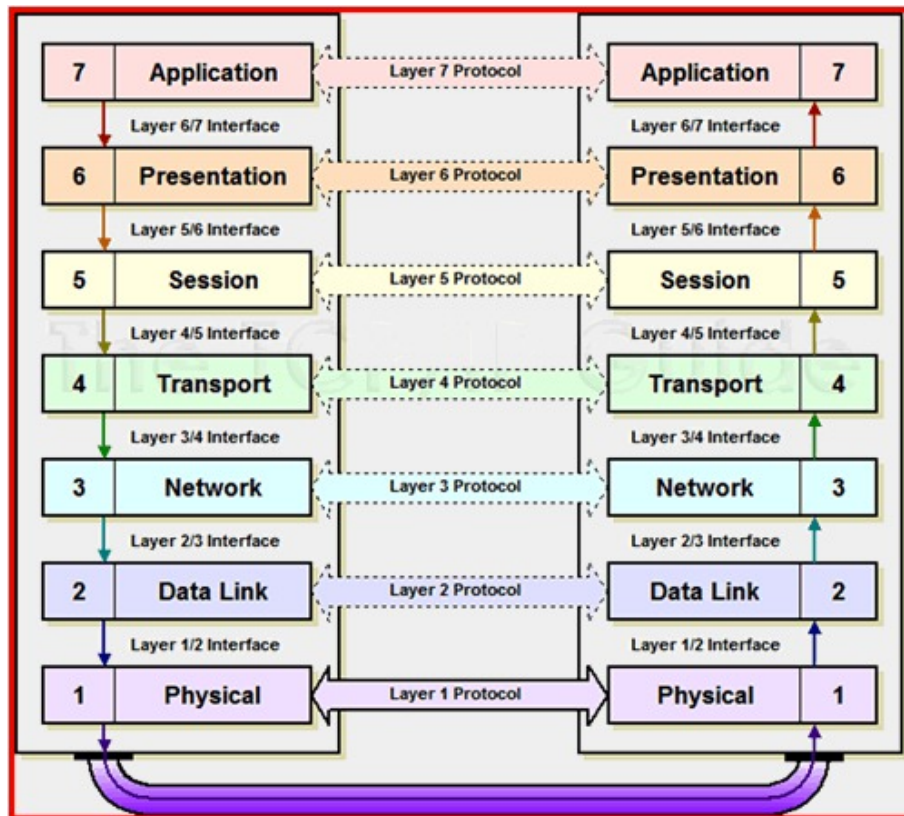
Facilité (N) Élément d'un service (N).

Point d'accès à des services² Point où les services (N) sont fournis par une entité (N) à une entité (N+1).

Protocole (N) Ensemble de règles et de formats (sémantiques et syntaxiques) déterminant les caractéristiques de communication des entités (N) lorsqu'elle effectuent les fonctions (N).

Chaque couche (N) fournit des services (N) aux entités (N+1) de la couche (N+1). Les services d'une couche (N) sont fournis à la couche (N+1) grâce aux fonctions effectuées à l'intérieur de la couche (N) et, au besoin, avec l'aide des services offerts par la couche (N-1). La coopération entre entités (N) est régie par un ou plusieurs protocoles (N).





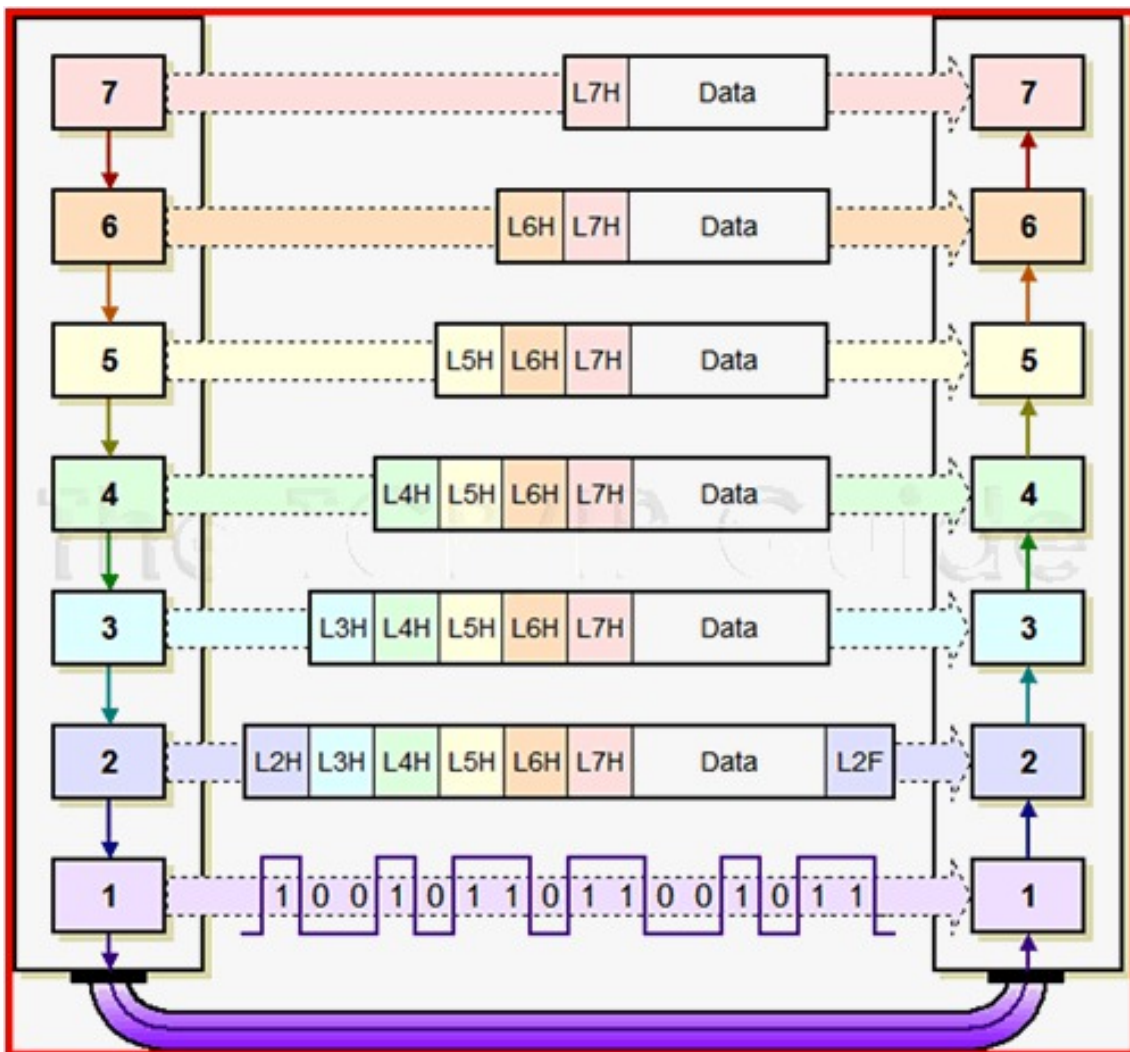
6.4.4 Transfert des données utilisateurs

Les données des utilisateurs traversent toutes les couches du modèle OSI jusqu'au niveau physique qui génère le signal transmis sur le média. Chaque couche rajoute des informations de contrôle

du protocole (PCI : Protocole Control Information) aux données qui lui sont passées par l'entité supérieure qui demande le service (SDU : Service Data Unit). C'est l'encapsulation des données. Cet ajout détériore les performances de débit mais sont nécessaires pour assurer les services des différentes couches : adressage, contrôle d'erreurs, contrôle de flux...

Cette structure est aussi appelée aussi "structure en pelure d'oignon".

Les données sont échangées entre les entités de même niveau qui savent les interpréter. C'est le protocole de communication qui définit le format des unités de données échangées (PDU : Protocol Data Unit) et les règles de communication.



Segmentation/Réassemblage Lorsque le service fourni par la couche (N) fixe une limite de taille sur les données trop petites par rapport au service de la couche ($N + 1$), la couche ($N + 1$) découpe les $(N + 1) - SDU$ en plusieurs fragments correspondant chacun à un $(N + 1) - PDU$ avant envoi. À la réception, la couche ($N + 1$) concatène les fragments pour retrouver le $(N + 1) - SDU$ initial.

6.4.5 Interactions entre entités

Une couche donnée fournit un ensemble de services au niveau supérieur, les services sont invoqués par des primitives. Dans le Modèle OSI, les primitives sont désignées par un nom précédé de la

première lettre du nom anglais de la couche. Par exemple, *T_CONNECT* est une primitive de la couche Transport, *N_DATA* une primitive de la couche Réseau.

Il y a 4 types de primitives de service :

- Requête : une entité sollicite un service pour faire une activité ;
- Indication : Informe d'un évènement ;
- Réponse : réponse à l'évènement ;
- Confirmation : informe de la demande de service ;

Deuxième partie

Transmission des données

Codage de l'Information

- Communication = Transmission + Compréhension
- Langages, Ecrit, . . .
- Télégraphie, Morse, Baudot
- Téléx, terminal “Numérique”
- Codage Informatique : suite de chiffres binaires (bits ou binary digits) 0 et 1

TD 1

A

Architecture de Communication (8/10/07)

Attention : Il peut y avoir d'autres solutions possibles.

1. Comment appelle-t-on un réseau à l'échelle d'une entreprise ?

Réponse :

Un réseau à l'échelle d'une entreprise s'appelle un LAN (Local Area Network) ou RLE (Réseau Local d'Entreprise). Mais souvent, nous avons une interconnexion de réseaux locaux dans une entreprise et certains parleront de DAN (Departemental Area Network) ou de CAN (Campus Area network).

2. Quelles sont les différences entre une topologie point à point et une topologie à diffusion ?

Réponse :

La topologie à diffusion est aussi appelée topologie multipoint puisque plusieurs systèmes raccordés au même support. Par exemple dans le cadre du sans fil WIFI, WIMAX ou bien dans le cadre d'un système filaire (Bus, anneau).

Dans une liaison point à point : un seul chemin entre deux systèmes (ex liaison téléphonique filaire).

Dans le cadre d'une liaison multipoint tous les équipements ont la capacité physique de recevoir le signal. Le filtrage en fonction du destinataire se fait chez le récepteur.

3. Quel est l'intérêt de la normalisation ? Citer 4 organismes de normalisation.

Réponse :

L'intérêt de la normalisation est d'offrir une solution qui constitue un compromis entre les attentes des uns et des autres. C'est fondamental dans les réseaux pour permettre aux différentes entités de communiquer.

Le principal atout de la normalisation c'est d'exister. Une norme caractérise rarement la meilleure des solutions. Sur certains points techniques on peut toujours faire mieux. L'intérêt c'est de mettre tout le monde d'accord.

Exemples d'organismes de normalisation : AFNOR, ISO, ITU, IEEE, CEN, ANSI...

Exemple de normes : ISO 15479, ISO 9000, ISO 27000.....

4. Qu'appelle-t-on système réel ? Comment un système réel peut devenir ouvert ?

Réponse :

- **système réel**: Ensemble comprenant un ou plusieurs ordinateurs, le logiciel associé, des périphériques, des terminaux, des opérateurs humains, des processus physiques, des moyens de transfert d'information, etc. et constituant un tout autonome capable d'effectuer des traitements et/ou des transferts d'information.

- **système ouvert réel**: Système réel dont les communications avec d'autres systèmes réels sont effectuées conformément aux normes OSI.

5. Que définit le modèle de référence OSI ?

Réponse :

Le modèle OSI définit un cadre fonctionnel pour l'élaboration de normes d'interconnexion de systèmes. En aucun cas, OSI ne décrit pas comment ces systèmes fonctionnent en interne ou comment les normes doivent être implantées. OSI est un modèle et non une pile de protocoles. Le modèle de référence OSI définit une architecture de communication en 7 couches dont le but est de faire communiquer des systèmes ouverts réels

6. Quelle est la signification de la communication horizontale dans le modèle OSI ?

Réponse :

Echange de données de même niveau (protocole). Les protocoles sont normalisés.

7. Dans quelle mesure peut-on parler de communication verticale dans le modèle OSI ?

Réponse :

Passage hiérarchique d'un niveau à un autre : interactions entre couches d'un même système.

8. Qui du modèle OSI ou de l'architecture TCP/IP est le plus récent ?

Réponse :

Architecture TCP/IP mise en place dans le cadre du réseau ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) Suite aux développements d'ARPANET, le protocole TCP (Transfer Control Protocol) apparut en 1974 dans un article publié par Bob Kahn et Vint Cerf. Il sera utilisé à partir de 1977 pour interconnecter les ordinateurs en réseaux, remplaçant progressivement le protocole NCP car il était plus rapide et moins coûteux à installer que ce dernier. En 1978, la couche IP (Internet Protocol) est ajoutée au TCP, permettant d'assurer les fonctions de routage des messages

9. A quel niveau se situe le déplacement proprement dit des données ?

Réponse :

Les données sont transmises sur le support physique. Donc c'est le niveau le plus bas dans l'architecture de communication : couche physique.

10. Quel type d'identifiant est mis en oeuvre au niveau 1 OSI ?

Réponse :

Aucun. le niveau 1 s'occupe de la transmission physique et n'a pas de notion logique d'identification. Ce n'est qu'à partir du niveau 2 que les identifiants sont mis en oeuvre.

11. Quel niveau fait apparaître le premier identifiant ?

Réponse :

Ce n'est qu'à partir du niveau 2 que les identifiants sont mis en oeuvre. Par conséquent le niveau liaison.

12. Comment appelle-t-on le composant qui permet de prendre en charge la carte réseau au sein du système d'exploitation ?

Réponse :

Le composant est appelé Driver ou Pilote.

13. On désire réaliser une application de transfert de fichier, sous UNIX, entre deux calculateurs homogènes reliés par une liaison série. Décrivez, en se basant sur le modèle de référence OSI, les différentes fonctions à mettre en oeuvre

Réponse :

Couche 1 : codage des bits sur la liaison série. Interface mécanique, électrique et fonctionnelle.

Ex. RS232C

Couche 2 : mise en place d'algorithmes de contrôle d'erreur et de contrôle de flux pour éviter que le calculateur le plus rapide ne sature l'autre.

Couche 3 : dans ce cas là il n'y a rien à ce niveau puisque les calculateurs sont reliés directement.

Couche 4 : ici aussi il n'y a pas grand chose à faire puisque les 2 calculateurs sont reliés directement (le bout en bout est une seule connexion). On pourrait éventuellement mettre en place une identification de service pour que plusieurs applications client/serveur fonctionnent simultanément ou même que plusieurs transfert de fichiers fonctionnent simultanément. Surtout que le Système Unix est un système multitâches, multiutilisateurs.

Couche 5 : On peut éventuellement mettre en place une procédure de reprise sur erreur si les fichiers à transférer peuvent être très gros et qu'on risque de ne pas pouvoir les transférer en une seule fois (par exemple si les calculateurs ont une durée moyenne de fonctionnement sans erreur – MTBF – faible).

En effet, si un problème survient au niveau bas et que la session est interrompue, ce serait intéressant de pouvoir reprendre la session sur un point de synchronisation.

Couche 6 : Pas grand chose à ce niveau là puisque les calculateurs sont homogènes. Il faut toutefois indiquer si on transfère un fichier binaire ou un fichier texte (problème de codage de CR/LF). On met des fonctionnalités en place à ce niveau si on effectue de la compression et/ou du cryptage.

Couche 7 : le protocole de transfert de fichier de haut niveau est défini à ce niveau là. C'est à dire les fonctions tels que : transférer, lister un répertoire, créer un répertoire, renommer un fichier, supprimer un fichier... En effet, la majorité des applications de transfert de fichier ont des fonctionnalités qui dépassent le simple transfert.

14. Expliquez pourquoi deux Systèmes conformes au modèle OSI peuvent ne pas communiquer. Donner un exemple.

Réponse :

Le modèle OSI ne décrit pas comment les systèmes fonctionnent en interne ou quels protocoles doivent implémenter les fonctionnalités décrites dans le modèle.

L'un des systèmes peut par exemple au niveau physique implanter les 1 par +5V et les 0 par 0V et l'autre choisir un code 0=+5V et 1=-5V.

15. Définir les concepts fondamentaux suivants de l'architecture OSI :

- sous-système (N) ;
- entité (N) et entité relai (N) ;
- service (N) ;
- protocole (N) ;
- point d'accès à des services (N) ou (N)-SAP ;
- connexion (N) et extrémité de connexion (N) ou (N)-CEP ;
- multiplexage et démultiplexage ;
- éclatement et recombinaison ;
- services orientés connexion et services sans connexion ;
- unité de données de protocole (PDU), information de contrôle de protocole (PCI) et unité de données de service (SDU) ;
- segmentation et réassemblage ;
- groupage et dégroupage ;
- concaténation et séparation.

Réponse :

La réponse à cette question va au delà de la question elle-même en s'appuyant sur la norme d'OSI.

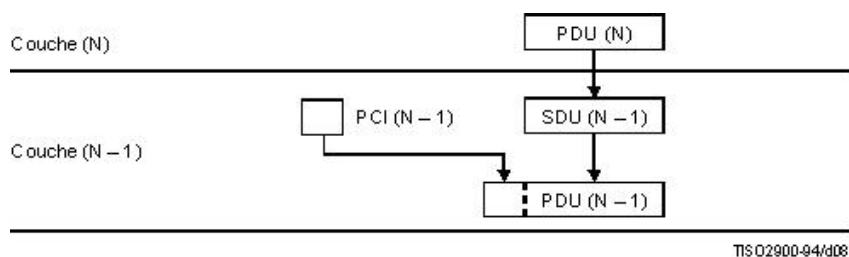
- **sous-système (N):** Élément d'une division hiérarchique d'un système ouvert qui n'interagit directement qu'avec les éléments du niveau immédiatement supérieur ou inférieur de cette division.
- **couche (N):** Subdivision de l'architecture OSI, constituée des sous-systèmes de rang (N).
- **entités (N) homologues:** Entités appartenant à la même couche (N).
- **sous-couche:** Subdivision d'une couche.
- **service (N):** Capacité fondamentale de la couche (N) et des couches inférieures à celle-ci, offerte aux entités (N+1) à la frontière entre la couche (N) et la couche (N+1).
- **fonctionnalité (N):** Élément d'un service (N).

- fonction (N): Elément de l'activité d'entités (N).
- **point d'accès au service (N)** : SAP (service access point) (N): Point où les services (N) sont fournis par une entité (N) à une entité (N+1).
- **protocole (N)**: Ensemble de règles et de formats (sémantiques et syntaxiques) déterminant le comportement de communication des entités (N) lorsqu'elles exécutent les fonctions (N).
- type d'entité (N): Description d'une classe d'entités (N) en termes d'ensemble de capacités définies pour la couche (N).
- entité (N): Elément actif dans un sous-système (N) comportant un ensemble de capacités définies pour la couche (N) et correspondant à un type donné d'entité (N) (sans que soient utilisées d'autres capacités).
- invocation d'entité (N): Utilisation particulière d'une partie ou de l'ensemble des capacités d'une entité (N) donnée (sans que soient utilisées d'autres capacités).
- association (N): Relation de coopération entre invocations d'entités (N).
- **connexion (N)**: Association demandée par une entité (N+1) pour le transfert de données entre deux entités (N+1) ou plus. L'association est établie par la couche (N); elle identifie explicitement une série de transmissions de données (N) et fixe l'accord concernant les services de transmission de données (N) à fournir pour cette série.
- extrémité de connexion (N): Terminaison d'une connexion (N) en un point d'accès aux services (N).
- connexion multipoint: Connexion comportant plus de deux extrémités de connexion.
- entités (N) correspondantes: Entités (N) reliées par une connexion (N-1).
- **relais (N)**: Fonction (N) au moyen de laquelle une entité (N) retransmet à une autre entité homologue (N) les données reçues d'une entité homologue (N).
- source de données (N): Entité (N) qui envoie des unités de données de service (N-1) (voir 5.1.6.7) sur une connexion (N-1).2)
- puits de données (N): Entité (N) recevant des unités de données de service (N-1) sur une connexion (N-1).2)
- transmission de données (N): Fonctionnalité (N) transportant des unités de données de service (N) d'une entité (N+1) à une ou plusieurs entités (N+1).
- transmission duplex (N): Transmission de données (N) simultanément dans les deux sens.2)
- transmission semi-duplex (N): Transmission de données (N) dans un sens ou dans l'autre alternativement, le sens de transmission étant contrôlé par une entité (N+1).2)
- transmission simplex (N): Transmission de données (N) dans un seul sens fixé à l'avance.2)
- communication de données (N): Fonction (N) transférant des unités de données de protocole (N) (voir 5.6.1.3) conformément à un protocole (N) sur une ou plusieurs connexions (N-1).2)
- communication bilatérale simultanée (N): Communication de données (N) dans les deux sens à la fois.
- communication bilatérale à l'alternat (N): Communication de données (N) dans un sens ou dans l'autre, alternativement.
- communication unilatérale (N): Communication de données (N) dans un seul sens fixé à l'avance.
- transmission en mode connexion (N): Transmission de données (N) dans le contexte d'une connexion (N).
- transmission en mode sans connexion (N): Transmission de données (N) hors du contexte d'une connexion (N) et qui n'est pas tenue de maintenir une quelconque relation logique entre les unités de données de service (N).

L'information est transférée entre entités (N) homologues sous forme d'unités de données de divers types. Ces unités de données sont définies au 5.6, et les relations existant entre elles sont représentées aux Figures 8 et 9.

	Contrôle	Données	Combinaison
Entités homologues (N) – (N)	Informations de contrôle protocolaires (N) PCI (N)	Données d'utilisateur (N)	Unités de données de protocole (N) PDU (N)

Figure 8 – Correspondances entre les unités de données



PCI Informations de contrôle protocolaires (*protocol-control-information*)
PDU Unité de données de protocole (*protocol-data-unit*)
SDU Unité de données de service (*service-data-unit*)

NOTES

- 1 Cette figure suppose qu'aucune opération de segmentation ou de groupage n'est appliquée aux unités de données de service (N) (voir 5.8.1.9 et 5.8.1.11).
- 2 Cette figure n'implique aucune position relative particulière des informations de contrôle protocolaires par rapport aux données d'utilisateur dans l'unité de données de protocole.
- 3 Une unité de données de protocole (N) peut être projetée telle quelle dans une unité de données de service (N-1); mais d'autres types de correspondances sont possibles.

Figure 9 – Illustration de la mise en correspondance des unités de données dans des couches adjacentes

multiplexage: Fonction accomplie par une entité (N) permettant à une seule connexion (N-1) de prendre en charge plusieurs connexions (N).

NOTE - Le terme multiplexage est également utilisé dans un sens plus restrictif pour désigner la fonction accomplie par l'entité (N) expéditrice, alors que le terme démultiplexage sert à désigner la fonction accomplie par l'entité (N) destinataire.

5.8.1.5 - démultiplexage: Fonction accomplie par une entité (N) qui identifie les unités de données de protocole (N) correspondant à plusieurs connexions (N) parmi les unités de données de service (N-1) reçues sur une même connexion (N-1). C'est la fonction inverse de la fonction de multiplexage accomplie par l'entité (N) qui envoie les unités de données de service (N-1).

5.8.1.6 - éclatement: Fonction de la couche (N) permettant d'utiliser plusieurs connexions (N-1) pour prendre en charge une connexion (N).

NOTE - Le terme éclatement est également utilisé dans un sens plus restrictif pour désigner la fonction accomplie par l'entité (N) expéditrice, le terme recombinaison servant à désigner la fonction accomplie par l'entité (N) destinataire.

5.8.1.7 - recombinaison: Fonction accomplie par une entité (N) identifiant des unités de données de protocole (N) correspondant à une même connexion (N) parmi des unités de données de service (N-1) reçues sur plusieurs connexions (N-1). C'est la fonction inverse de la fonction d'éclatement accomplie par l'entité (N) qui envoie les unités de données de service (N-1).

5.8.1.8 - contrôle de flux: Fonction contrôlant le flux des données au sein d'une couche ou entre couches adjacentes.

5.8.1.9 - segmentation: Fonction accomplie par une entité (N) pour projeter une unité de données de service (N) sur plusieurs unités de données de protocole (N).

5.8.1.10 - réassemblage: Fonction accomplie par une entité (N) pour projeter plusieurs unités de données de protocole (N) sur une unité de données de service (N). C'est la fonction inverse de la fonction de segmentation.

5.8.1.11 - groupage: Fonction accomplie par une entité (N) pour projeter plusieurs unités de données de service (N) sur une unité de données de protocole (N).

5.8.1.12 - dégroupage: Fonction accomplie par une entité (N) pour identifier plusieurs unités de données de service (N) contenues dans une unité de données de protocole (N). C'est la fonction inverse de la fonction de groupage.

5.8.1.13 - concaténation: Fonction accomplie par une entité (N) pour projeter plusieurs unités de données de protocole (N) sur une unité de données de service (N-1).

NOTE - Le groupage et la concaténation, bien que similaires (ils permettent tous deux de grouper des unités de données) servent à des fins différentes. Par exemple, la concaténation permet à la couche (N) de grouper une ou plusieurs unités PDU (N) d'accusé de réception avec une ou plusieurs

unités PDU (N) contenant des données d'utilisateur, ce que la fonction de groupage ne peut pas réaliser. A noter que ces deux fonctions peuvent être combinées permettant à la couche (N) d'effectuer des groupages et des concaténations.

- sous-système (N) ;
- entité (N) et entité relai (N) ;
- service (N) ;
- protocole (N) ;
- point d'accès à des services (N) ou (N)-SAP ;
- connexion (N) et extrémité de connexion (N) ou (N)-CEP ;
- multiplexage et démultiplexage ;
- éclatement et recombinaison ;

Modes de communication

Une couche (N) peut offrir à la couche (N+1) un service en mode connexion, un service en mode sans connexion, ou les deux, en utilisant le ou les services fournis par la couche (N-1). Toute instance de transmission entre entités (N+1) doit utiliser un même mode de service (N). Les services (N) en mode connexion et en mode sans connexion se caractérisent tous deux par les fonctionnalités qu'ils offrent aux entités (N+1) et par la qualité de service perçue par celles-ci. Tant en mode connexion qu'en mode sans connexion, la couche (N) peut fournir des fonctions destinées à améliorer les fonctionnalités offertes aux entités (N+1) et la qualité de service perçue par celles-ci par rapport aux fonctionnalités offertes à la couche (N) par la couche (N-1) et, si nécessaire, pour passer d'un mode de service à l'autre.

Etant donné que les concepts de transmission en mode sans connexion et en mode connexion sont complémentaires, on les comprend mieux en les juxtaposant, surtout que la transmission en mode sans connexion est plus facilement définie par référence au concept de connexion.

Afin que des entités (N+1) puissent communiquer au moyen d'un service (N) en mode connexion ou en mode sans connexion, il est essentiel qu'existe entre elles une association prédéterminée consistant en une connaissance préalable que chaque entité (N+1) doit impérativement avoir des autres afin d'être au moins en mesure d'initialiser l'utilisation du service. Cette association, qui est établie d'une manière qui n'est pas explicitée dans ce modèle de référence de base, comprend quatre éléments:

Mode connexion

Une connexion est une association établie pour le transfert de données entre deux entités (N) homologues ou plus. Cette association lie les entités (N) homologues aux entités (N-1) de la couche immédiatement inférieure. La capacité d'établir et de libérer une connexion et de transférer des données sur elle est conférée aux entités (N) dans une couche (N) donnée par la couche qui lui est immédiatement inférieure en tant que service en mode connexion.

L'utilisation d'un service en mode connexion par des entités (N) homologues passe par trois phases distinctes:

- l'établissement de la connexion;
- le transfert de données;
- la libération de la connexion.

Mode sans connexion

La transmission en mode sans connexion est la transmission d'une seule unité de données d'un point d'accès au service source vers un ou plusieurs points d'accès au service destination sans établir de connexion. Un service en mode sans connexion permet à une entité de déclencher une telle transmission en utilisant un seul accès au service.

Contrairement à une connexion, une instance d'utilisation d'un service en mode sans connexion n'a pas de durée de vie clairement établie. Elle possède en outre les caractéristiques fondamentales suivantes:

- elle nécessite uniquement une association prédéterminée entre les entités (N) homologues concernées qui détermine les caractéristiques des données à transmettre, et ne fait intervenir aucun accord dynamique;
- toutes les informations requises pour remettre une unité de données - adresse de destination, sélection de la qualité de service, options, etc. - sont présentées à la couche qui fournit le service en mode sans connexion, en même temps que l'unité de données à transmettre, dans un accès unique au service. La couche qui fournit le service en mode sans connexion n'est pas tenue de mettre en relation cet accès avec un quelconque autre accès

16. Quel est le nom donné aux interactions entre deux couches adjacentes ? Décrire les différents types d'interactions.

Réponse :

On les appelle primitives de service. Ces primitives permettent de demander la réalisation d'une action ou de rendre compte d'une action réalisée par l'entité paire. Dans le modèle OSI les primitives de service peuvent être réparties en quatre types:

Primitive	Origine et signification
Request	Demande de service (N+1)--> (N)
Indication	Le fournisseur de service informe d'un évènement (par ex. demande externe d'établissement d'une connexion) ou bien un évènement s'étant déroulé localement. (N) -> (N+1)
Response	Réponse à une demande de service (N+1) --> (N)
Confirm	Le fournisseur de service informe de l'accomplissement d'une requête faite à ce point d'accès. (N) --> (N+1)

17. Les primitives du service de niveau transport utilisées dans la phase d'établissement et de libération de connexion sont les suivantes :

T_CONNECT.request, T_CONNECT.indication, T_CONNECT.response,
T_CONNECT.confirm,
T_DISCONNECT.request, T_DISCONNECT.indication

1. Donner la signification de ces primitives.
2. Etablir les diagrammes de succession des primitives entre les entités communicantes dans les cas suivants :
 - a) Etablissement de la connexion avec succès ;
 - b) Rejet par l'entité appelée d'une demande de connexion ;
 - c) Rejet d'une demande de connexion par le fournisseur du service de transport ;
 - d) Déconnexion à l'initiative d'un utilisateur.

Réponse :

T_CONNECT.request : Demande de connexion par l'entité de la couche supérieure.

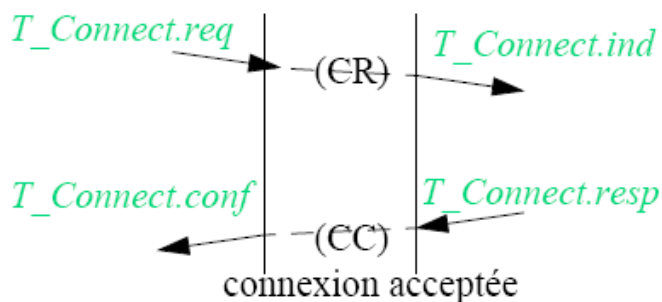
T_CONNECT.indication : L'entité transport du côté du système appelé informe l'utilisateur du service (couche supérieure) de la demande d'un service.

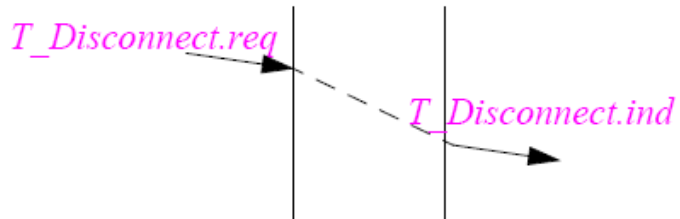
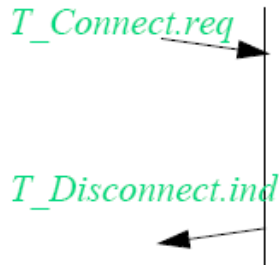
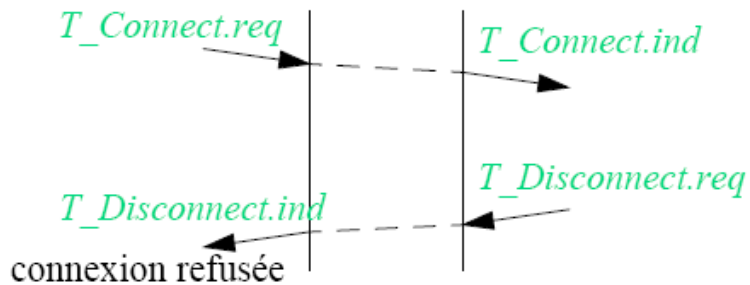
T_CONNECT.response : L'entité appelée informe l'entité transport sur le même système de sa réponse.

T_CONNECT.confirm : L'entité transport de l'appelant confirme à l'entité utilisatrice du service que sa demande a été prise en compte.

T_DISCONNECT.request : Demande de déconnexion par l'entité de la couche supérieure.

T_DISCONNECT.indication : L'entité transport informe l'utilisateur du service (couche supérieure) d'une déconnexion.





18. Match the function to the appropriate component :

>> Function

- a) An international voluntary standards organization
- b) Represents a consortium of U.S. federal agencies
- c) U.S. national clearinghouse and coordinating body
- d) Noted for local area network standards
- e) Part of the U.N. structure
- f) A prominent North American trade association; developed RS-232-C

>> Organization

- 1. The IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- 2. The NCS (National Communications System)
- 3. The ISO (International Standards Organization)
- 4. The CCITT (International Telegraph & Telephone Consultative Committee) / ITU (International Telecommunications Union)
- 5. The EIA (Electronic Industries Association)
- 6. The ANSI (American National Standards Institute)

Réponse :

a-3; b-2; c-6; d-1; e-4; f-5