

**SUPPORT DE COURS  
& TRAVAUX DIRIGÉES  
FONDEMENTS DES RESEAUX**

*Année universitaire : 2022/2023*

---

# FONDEMENT DES RÉSEAUX

## FICHE MATIÈRE

<b>Objectifs Généraux</b>
Ce cours vise à faire acquérir à l'apprenant, les connaissances de base en réseaux et les capacités pour comprendre l'architecture et le fonctionnement d'un réseau.
<b>Objectifs Spécifiques</b>
- Se familiariser avec le vocabulaire des réseaux, Comprendre les concepts de base utilisés en réseaux. - S'initier aux protocoles des réseaux.
<b>Mots-Clés :</b> Réseau, Téléinformatique, Transmission, Communication, Topologie, Normes, Modèle OSI, Système, etc.

---

## **TABLE DES MATIERES**

<b>CHAPITRE1 : NOTIONS DE BASE EN RESEAUX.....</b>	<b>2</b>
<b>1    NAISSANCE DES RÉSEAUX.....</b>	<b>2</b>
<b>2    DEFINITIONS.....</b>	<b>3</b>
<b>3    BUT DES RÉSEAUX.....</b>	<b>4</b>
<b>4    STRUCTURE D'UN RESEAU.....</b>	<b>4</b>
<b>5    CONFIGURATIONS DES RESEAUX.....</b>	<b>5</b>
5.1    LES RESEAUX POSTE A POSTE.....	5
5.2    LES RESEAUX ARTICULES AUTOUR D'UN SERVEUR.....	5
<b>6    LA TOPOLOGIE D'UN RESEAU.....</b>	<b>7</b>
6.1    QUE SIGNIFIE LE TERME TOPOLOGIE ?.....	7
6.2    TOPOLOGIE EN BUS.....	8
6.3    TOPOLOGIE EN ETOILE.....	8
6.4    TOPOLOGIE EN ANNEAU.....	9
6.5    TOPOLOGIE MAILLEE.....	10
6.6    TOPOLOGIES HYBRIDES.....	10
6.7    LE CHOIX D'UNE TOPOLOGIE.....	12
<b>7    LES DIFFERENTS TYPES DE RESEAUX.....</b>	<b>14</b>
7.1    LES LAN.....	14
7.2    LES MAN.....	14
7.3    LES WAN.....	15
7.4    LES RESEAUX SANS FIL.....	16
<b>CHAPITRE2 : NORMALISATION.....</b>	<b>19</b>
<b>1    INTRODUCTION.....</b>	<b>20</b>
<b>2    LA NORME OSI.....</b>	<b>20</b>
<b>3    BUT DE L'OSI.....</b>	<b>20</b>
<b>4    AVANTAGES DU MODELE OSI.....</b>	<b>21</b>
<b>5    LE MODELE OSI.....</b>	<b>22</b>
<b>6    ENCAPSULATION.....</b>	<b>22</b>
<b>7    DESCRIPTION DU MODÈLE OSI.....</b>	<b>24</b>

---

7.1	DESCRIPTION DES COUCHES HAUTES DE TRAITEMENT.....	24
7.2	DESCRIPTION DES COUCHES BASSES DE COMMUNICATION.....	28
7.3	L'ARCHITECTURE TCP/IP.....	30
7.4	COMPARAISON TCP/IP — ISO.....	32
7.5	ENCAPSULATION TCP/IP.....	34
<b>CHAPITRE3: LA COUCHE PHYSIQUE.....</b>		<b>36</b>
<b>1 NOTIONS DE BASE SUR LES SIGNAUX DE COMMUNICATION.....</b>		<b>37</b>
1.1	LE SIGNAL.....	37
<b>2 MODES DE TRANSMISSION ET SYNCHRONISATION.....</b>		<b>40</b>
<b>3 TECHNIQUES DE TRANSMISSION DES DONNEES.....</b>		<b>41</b>
3.1	TRANSMISSION EN BANDE DE BASE.....	41
3.2	TRANSMISSION PAR TRANSPOSITION DE FREQUENCE (MODULATION).....	43
3.3	PARTAGE D'UNE VOIE DE COMMUNICATION « MULTIPLEXAGE ».....	46
<b>4 LES MODES DE CONNEXION.....</b>		<b>49</b>
4.1	MODE POINT A POINT (BIPOINT).....	49
4.2	MODE MULTIPOINT (RESEAU A DIFFUSION):.....	49
<b>5 LES EQUIPEMENTS ET LES COMPOSANTS DE LA COUCHE1.....</b>		<b>50</b>
5.1	LES SUPPORTS.....	50
5.2	LES REPETEURS ET LES CONCENTRATEURS.....	56
<b>CHAPITRE4: LA COUCHE LIAISON DE DONNEES.....</b>		<b>57</b>
<b>1 IEEE ET LE MODELE OSI.....</b>		<b>58</b>
1.1	LES ADRESSES MAC.....	58
1.2	STRUCTURE GNERIQUE D'UNE TRAME.....	59
<b>2 LES SOUS COUCHES LLC ET MAC.....</b>		<b>60</b>
2.1	LE CONTROLE DE LIEN LOGIQUE (LLC).....	60
2.2	LA SOUS-COUCHE MAC.....	61
<b>3 NOTIONS DE BASE DE LA TECHNOLOGIE TOKEN RING.....</b>		<b>61</b>
3.1	PRINCIPE DU MAC TOKEN RING : LE PASSAGE DE JETON.....	61
3.2	SYSTEME DE PRIORITE D'ACCES AU MEDIA.....	62
3.3	LES MECANISMES D'ADMINISTRATION TOKEN RING.....	62
3.4	TOPOLOGIES ET MEDIAS DE TOKEN RING.....	63
<b>4 NOTIONS DE BASE DE L'INTERFACE FDDI.....</b>		<b>63</b>
4.1	PRINCIPE D'ACCES AU MEDIA DE LA TECHNOLOGIE FDDI.....	64
<b>5 NOTIONS DE BASE D'ETHERNET ET D'IEEE 802.3.....</b>		<b>65</b>
<b>6 LES EQUIPEMENTS DE LA COUCHE 2.....</b>		<b>66</b>

---

6.1	LES CARTES RESEAU OU NIC.....	66
6.2	LES PONTS.....	67
6.3	LES COMMUTATEURS.....	67
<b>CHAPITRE 5: LA COUCHE RESEAU.....</b>		<b>69</b>
<b>1 PRESENTATION DE LA COUCHE RESEAU.....</b>		<b>71</b>
<b>2 PRINCIPE DU ROUTAGE.....</b>		<b>71</b>
<b>3 TYPES DE ROUTAGE.....</b>		<b>73</b>
3.1	ROUTAGE STATIQUE.....	73
3.2	ROUTAGE DYNAMIQUE.....	73
<b>4 ADRESSAGE.....</b>		<b>73</b>
<b>5 LE PROTOCOLE IP.....</b>		<b>74</b>
5.1	QU'EST-CE QU'UNE ADRESSE IP.....	76
5.2	LES DIFFERENTS TYPES D'ADRESSES.....	77
<b>6 LES CLASSES DE RESEAUX.....</b>		<b>78</b>
6.1	LE MASQUE DE SOUS RESEAUX.....	80
6.2	LES SOUS RESEAUX.....	81
<b>7 LES PROTOCOLES DE ROUTAGE.....</b>		<b>81</b>
7.1	LES ALGORITHMES DE ROUTAGE.....	83
<b>CHAPITRE6: LA COUCHE TRANSPORT.....</b>		<b>84</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>		<b>85</b>
<b>2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....</b>		<b>85</b>
<b>3 ROLE DE LA COUCHE TRANSPORT.....</b>		<b>85</b>
3.1	METHODE DE PARITE.....	86
<b>4 PROTOCOLE DU LA COUCHE TRANSPORT.....</b>		<b>88</b>
4.1	LE PROTOCOLE TCP.....	88
4.2	LE PROTOCOLE UDP.....	90
<b>CHAPITRE7: LES COUCHES HAUTES.....</b>		<b>92</b>
<b>7.1 INTRODUCTION.....</b>		<b>93</b>
<b>7.2 LA COUCHE SESSION.....</b>		<b>93</b>
<b>7.3 LA COUCHE PRESENTATION.....</b>		<b>94</b>
<b>7.4 LA COUCHE APPLICATION.....</b>		<b>94</b>
<b>TRAVAUX DIRIGES.....</b>		<b>95</b>
<b>TD1.....</b>		<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>

---

<b>TD2.....</b>	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
<b>TD 3.....</b>	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
<b>TD 4.....</b>	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
<b>TD 5.....</b>	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>122</b>

---

## **TABLE DES ILLUSTRATIONS**

Figure 1: les réseaux poste à poste.....	5
Figure 2: les réseaux articulés autour d'un serveur.....	6
Figure 3: Topologie en bus.....	8
Figure 4: Topologie en étoile.....	8
Figure 5: Topologie en anneau.....	9
Figure 6: Topologie maillée.....	10
Figure 7: Topologie en bus d'étoile.....	11
Figure 8: Topologie en anneau d'étoile.....	12
Figure 9: Comparaison des types de réseaux selon le débit et la taille.....	16
Figure 10: Structure du modèle OSI.....	22
Figure 11: encapsulation des données.....	23
Figure 12: Désignation PDU/ couche.....	24
Figure 13: Rôle de la couche Application.....	25
Figure 14: Rôle de la couche Présentation.....	26
Figure 15: Rôle de la couche Session.....	27
Figure 16: Rôle de la couche Transport.....	27
Figure 17: Rôle de la couche Réseau.....	28
Figure 18: Rôle de la couche Liaison de Données.....	29
Figure 19: Rôle de la couche physique.....	30
Figure 20: comparaison TCP/IP OSI.....	32
Figure 21: Encapsulation TCP/IP.....	34
Figure 22: Structure d'un système de communication.....	37
Figure 23: Signaux analogiques/ numériques.....	38
Figure 24: Eléments d'une transmission.....	38

---

Figure 25: Transmission asynchrone.....	40
Figure 26: Codage Miller.....	43
Figure 29: Principe du Multiplexage.....	46
Figure 30: Multiplexage fréquentiel.....	47
Figure 31 : Multiplexage temporel.....	48
Figure 32: Multiplexage dynamique temporel.....	49
Figure 34: La paire torsadée.....	50
Figure 35: Le câble coaxial.....	51
Figure 36: Un câble de fibres optiques.....	53
Figure 37: transmission à travers fibre optique.....	53
Figure 39 : Les champs génériques d'une trame.....	59
Figure 46 : Cartes réseau PCMCIA et ISA.....	67
Figure 47 : pont Ethernet.....	67
Figure 48 : commutateur Ethernet.....	68



## **INDEX DES TABLEAUX**

Tableau 1: Comparaison des configurations réseau.....	7
Tableau 2: Comparaison des différentes topologies.....	13



## 1. NAISSANCE DES RÉSEAUX

◐

---

Les réseaux sont nés d'un besoin d'échanger des informations de manière simple et rapide entre des machines. Au début, on travaillait sur une même machine, toutes les informations nécessaires au travail y étaient centralisées, c'est le mode *autonome*.

Cependant, presque tous les utilisateurs et les programmes avaient besoin de ces informations, donc, pour des raisons de coûts et de performances, on est venu à multiplier le nombre de machines. Les informations devaient alors être dupliquées sur les différentes machines du même site. Cette duplication était plus ou moins facile et ne permettait pas toujours d'avoir des informations cohérentes. On est donc arrivé à relier d'abord ces machines entre elles; ce fût l'apparition des *réseaux locaux*.

Ces réseaux étaient souvent des réseaux propriétaires. Plus tard on a éprouvé le besoin d'échanger des informations entre des sites distants. Les réseaux moyenne et longue distance commencèrent à voir le jour.

Aujourd'hui, les réseaux se retrouvent à l'échelle planétaire. Le besoin d'échange de l'information évolue de plus en plus, et ce fut l'apparition du réseau mondial **Internet**.

## 2DEFINITIONS

**Téléinformatique** : c'est l'association du traitement et du transport de l'information.

*Traitement* : domaine de l'informatique.

*Transport* : domaine des télécommunications.

**Réseau** : on appelle réseau (de données) tout système téléinformatique formé d'équipements reliés entre eux par des voies de communication grâce auxquelles ces

---

---

divers éléments peuvent communiquer. (équipements : ordinateurs, périphériques (imprimante, scanner, commutateurs...))

### 3 BUT DES RÉSEAUX

Un réseau permet:

- Le partage de fichiers, d'applications
- La communication entre personnes (grâce au courrier électronique, la discussion en direct, ...)
- La communication entre processus (entre des machines industrielles)
- La garantie de l'unicité de l'information (bases de données)

Aujourd'hui, la tendance est au développement des réseaux étendus (WAN) déployés à l'échelle du pays, voire même à l'échelle du monde entier. Ainsi les intérêts sont multiples, que ce soit pour une entreprise ou un particulier...

### 4 STRUCTURE D'UN RESEAU

En règle générale, tous les réseaux ont en commun un certain nombre d'éléments et de caractéristiques :

- Serveurs : ce sont des ordinateurs qui fournissent des ressources partagées aux utilisateurs du réseau.
  - Clients : ce sont des ordinateurs qui accèdent aux ressources partagées fournies par un serveur.
  - Support de connexion : ce sont les câbles qui relient physiquement les ordinateurs.
-

- Données partagées : il s'agit de fichiers fournis aux clients par les serveurs du réseau.
- Des ressources: ce sont les services ou les éléments (fichiers, imprimantes...) qui sont accessibles aux membres du réseau.

## 5 CONFIGURATIONS DES RESEAUX

On peut diviser les configurations des réseaux en deux grandes catégories : les réseaux poste à poste et les réseaux articulés autour d'un serveur.

### 5.1 LES RESEAUX POSTE A POSTE :

Dans un réseau pote à poste, il n'existe ni serveur dédié, ni hiérarchie entre les machines : tous les ordinateurs sont égaux.

Chaque machine est à la fois client et serveur, il n'y a pas d'administrateur chargé de veiller sur l'ensemble du réseau. C'est à l'utilisateur de chaque ordinateur de choisir les données qu'il souhaite partager sue le réseau.

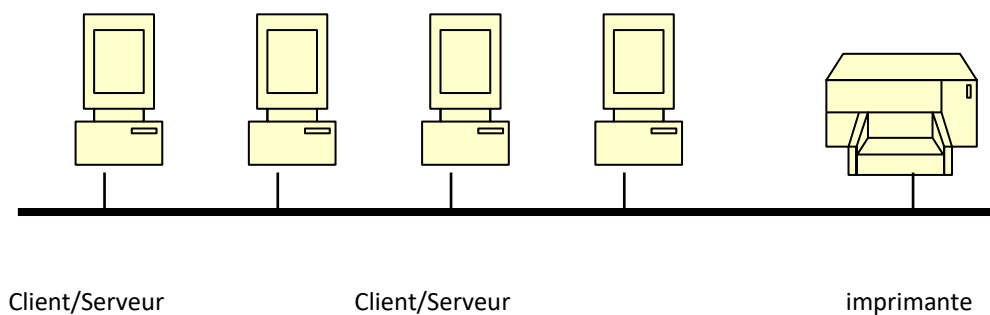


Figure 1: les réseaux poste à poste

**Remarque :** Le réseau poste à poste est également appelé « Groupe de travail ». Il contient moins de dix ordinateurs et il est de ce fait moins coûteux que le réseau articulé autour d'un serveur.

### 5.2 LES RESEAUX ARTICULES AUTOUR D'UN SERVEUR

Dans un environnement comprenant plus de dix utilisateurs, un réseau poste à poste n'est pas approprié. La plupart des réseaux ont donc un serveur **dédié**.

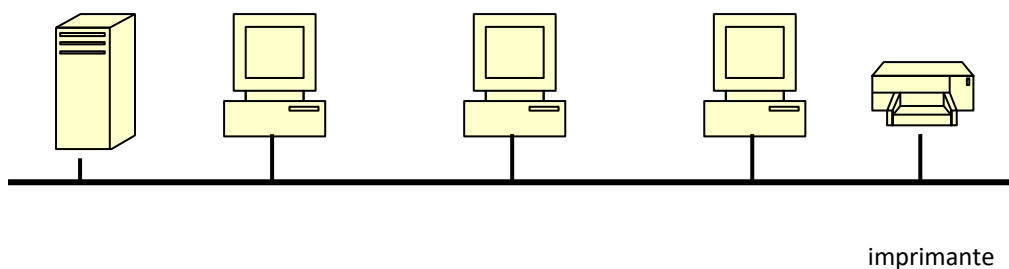


Figure 2: les réseaux articulés autour d'un serveur

Un serveur dédié est une machine qui fait office de serveur uniquement et qui n'est pas utilisée comme client. Les serveurs sont dis « dédiés » car ils sont optimisé de façon à répondre rapidement aux demandes des clients du réseau et à garantir la sécurité des fichiers et des dossiers.

**Remarque :** Bien que plus compliqué à installer, configurer et administrer un réseau articulé autour d'un serveur présente plusieurs avantages par rapport au réseau poste à poste.

Caractéristiques	Réseau poste à poste	Réseau articulé autour de serveur
Taille	Jusqu'à 10 ordinateurs	Limité uniquement par la configuration matérielle du réseau et des serveurs.
Sécurité	Sécurité gérée par l'utilisateur de chaque machine	Sécurité complète et cohérente aussi bien au niveau des ressources, qu'au niveau des utilisateurs.

<b>Administration</b>	Chaque utilisateur est son propre administrateur.  Pas besoin d'un administrateur plein temps	Centralisée pour permettre un contrôle cohérent du réseau.  Nécessite la présence d'au moins un administrateur.
-----------------------	---	---

**Tableau 1: Comparaison des configurations réseau**

## 6LA TOPOLOGIE D'UN RESEAU

### 6.1QUE SIGNIFIE LE TERME TOPOLOGIE ?

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à du matériel (câblage, cartes réseau, ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données). L'arrangement physique de ces éléments est appelé topologie physique. Les principales topologies sont :

- La topologie en bus
- La topologie en étoile
- La topologie en anneau
- La topologie maillée
- La topologie hybride

On distingue la topologie physique (la configuration spatiale, visible, du réseau) de la topologie logique. La topologie logique représente la façon de laquelle les données transitent dans les câbles. Les topologies logiques les plus courantes sont Ethernet, Token Ring et FDDI.

## 6.2 TOPOLOGIE EN BUS

Une topologie en bus est l'organisation la plus simple d'un réseau. En effet dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial. Le mot "bus" désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.

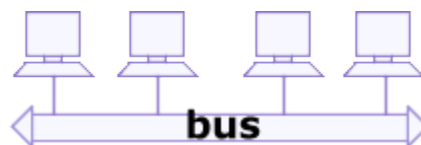


Figure 3: Topologie en bus

Cette topologie a pour avantages d'être facile à mettre en œuvre et de fonctionner facilement, par contre elle est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, c'est l'ensemble du réseau qui est affecté.

## 6.3 TOPOLOGIE EN ETOILE

Dans une topologie en étoile, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel appelé hub ou concentrateur. Il s'agit d'une boîte comprenant un certain nombre de jonctions auxquelles on peut connecter les câbles en provenance des ordinateurs. Celui-ci a pour rôle d'assurer la communication entre les différentes jonctions.

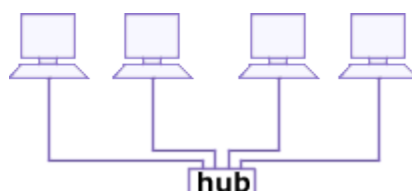


Figure 4: Topologie en étoile



Contrairement aux réseaux construits sur une topologie en bus, les réseaux suivant une topologie en étoile sont beaucoup moins vulnérables car on peut aisément retirer une des connexions en la débranchant du concentrateur sans pour autant paralyser le reste du réseau. En revanche un réseau à topologie en étoile est plus onéreux qu'un réseau à topologie en bus car un matériel supplémentaire est nécessaire (le hub).

#### 6.4 TOPOLOGIE EN ANNEAU

Dans un réseau en topologie en anneau, les ordinateurs communiquent chacun à leur tour, on a donc une boucle d'ordinateurs sur laquelle chacun d'entre-eux va "avoir la parole" successivement.

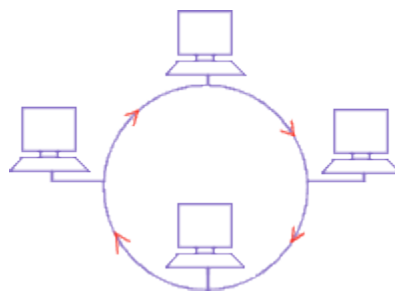


Figure 5: Topologie en anneau

En réalité les ordinateurs d'un réseau en topologie anneau ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur (appelé MAU, Multistation Access Unit) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre-eux un temps de parole.

Les deux principales topologies logiques utilisant cette topologie physique sont Token ring (anneau à jeton) et FDDI.

## 6.5 TOPOLOGIE MAILLEE

Un réseau maillé comporte des connexions point à point entre toutes les unités du réseau.

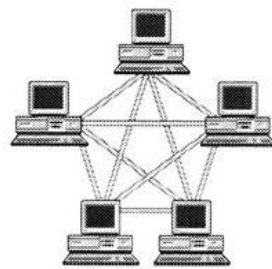


Figure 6: Topologie maillée

Généralement, la topologie maillée n'est pas considérée comme très pratique. En revanche, elle présente une extrême tolérance aux pannes et chaque liaison garantit une capacité donnée.

En règle générale, on utilise cette topologie dans un réseau hybride dans lequel seuls les sites les plus grands ou les plus importants sont interconnectés. Supposons par exemple le cas d'une entreprise qui gère un réseau étendu constitué de 4 ou 5 sites principaux et d'un grand nombre de bureaux à distance. Les grands systèmes qui équipent les sites principaux doivent communiquer, afin de gérer une base de données répartie. Dans ce cas, il est possible d'envisager une topologie maillée hybride avec des liaisons redondantes entre les sites principaux afin d'assurer des communications continues entre les grands systèmes.

## 6.6 TOPOLOGIES HYBRIDES

De nombreuses topologies sont des combinaisons hybrides de bus, d'étoile, d'anneaux et de maillages.

### 6.6.1 BUS D'ÉTOILE:

C'est la combinaison des topologies bus et étoile. Un bus d'étoile se compose de plusieurs réseaux à topologie en étoile, relié par des tronçons de type bus linéaire.

Si un ordinateur tombe en panne, cela n'a pas d'incidence sur le reste du réseau. Les autres ordinateurs continuent de communiquer. Si un concentrateur tombe en panne, aucun ordinateur connecté à ce concentrateur ne peut plus communiquer. Si ce concentrateur est relié à d'autres concentrateurs, ces connexions sont également interrompues.

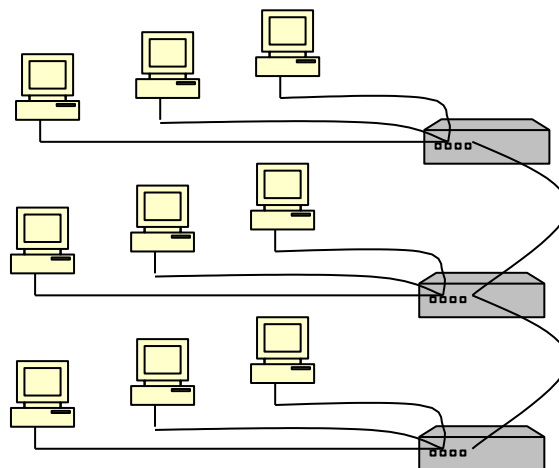


Figure 7: Topologie en bus d'étoile

### 6.6.2 ANNEAU D'ÉTOILE:

Dans un bus d'étoile, les concentrateurs sont reliés par des tronçons de type bus linéaire, alors que dans un anneau d'étoile, les concentrateurs sont reliés à un concentrateur principal.

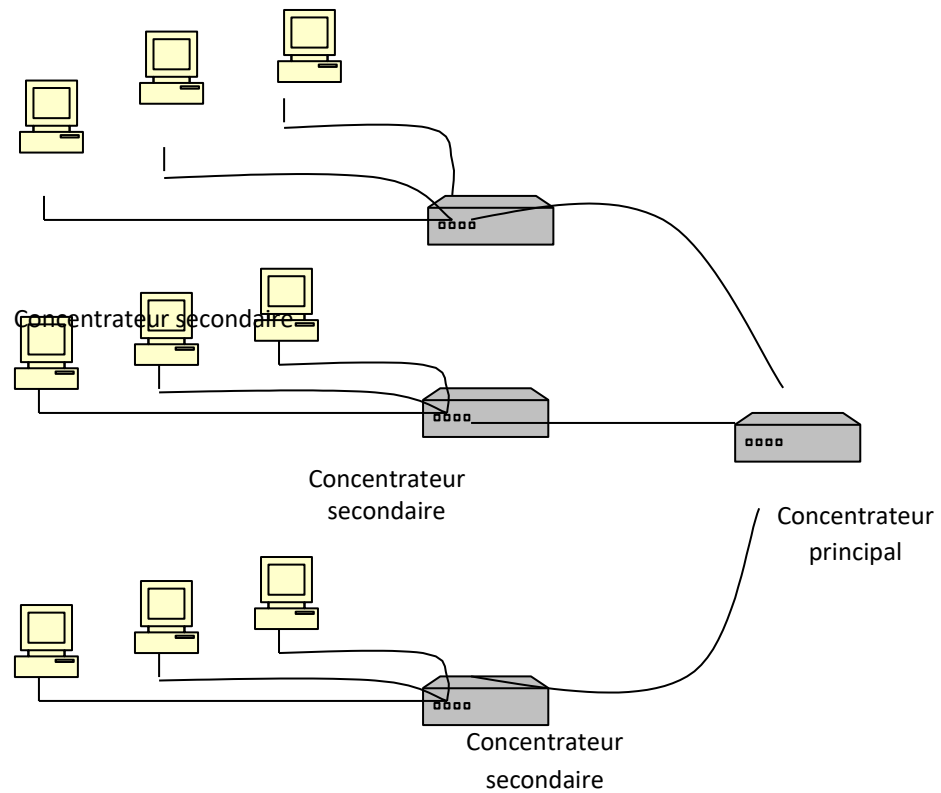


Figure 8: Topologie en anneau d'étoile

## 6.7LE CHOIX D'UNE TOPOLOGIE

Pour choisir la topologie qui répondra le mieux à nos besoins, on doit prendre en compte plusieurs facteurs.

<b>Topologie</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Bus	<p>Economie de câblage.</p> <p>Support économique et facile à manipuler.</p> <p>Système simple et fiable.</p>	<p>Ralentissement possible du réseau lorsque le trafic est important.</p> <p>Problèmes difficiles à isoler.</p> <p>La coupure du câble peut affecter de nombreux utilisateurs. Le bus est facile à étendre.</p>
Anneau	<p>Accès égal pour tous les ordinateurs.</p> <p>Performances régulières même si les utilisateurs sont nombreux.</p>	<p>La panne d'un ordinateur peut affecter le reste du réseau.</p> <p>Problème difficile à isoler.</p> <p>La reconfiguration du réseau interrompt son fonctionnement.</p>
Etoile	<p>Il est facile d'ajouter des ordinateurs et de procéder à des modifications.</p> <p>Possibilité de centraliser la surveillance et l'administration.</p> <p>La panne d'un ordinateur n'a pas d'incidence sur le reste du réseau.</p>	<p>Si le point central tombe en panne le réseau est mis hors service.</p>
Maillage	Redondance, fiabilité et facilité de dépannage	Coûteux en câblage

**Tableau 2: Comparaison des différentes topologies**

## 7 LES DIFFERENTS TYPES DE RESEAUX

On distingue différents types de réseaux selon leur taille (en terme de nombre de machine), leur vitesse de transfert des données ainsi que leur étendue. Les réseaux privés sont des réseaux appartenant à une même organisation. On distingue généralement trois catégories de réseaux:

- LAN (local area network)
- MAN (metropolitan area network)
- WAN (wide area network)

Il existe deux autres types de réseaux : les TAN (Tiny Area Network) identiques aux LAN mais moins étendus (2 à 3 machines) et les CAN (Campus Area Network) identiques au MAN (avec une bande passante maximale entre tous les LAN du réseau).

### 7.1 LES LAN

LAN signifie Local Area Network (en français Réseau Local). Il s'agit d'un ensemble d'ordinateurs appartenant à une même organisation et reliés entre eux dans une petite aire géographique par un réseau, souvent à l'aide d'une même technologie (la plus répandue étant Ethernet et TokenRing).

Un réseau local est donc un réseau sous sa forme la plus simple. La vitesse de transfert de donnée d'un réseau local peut s'échelonner entre 10 Mbps (pour un réseau Ethernet par exemple) et 1 Gbps (en FDDI ou Gigabit Ethernet par exemple). La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 et même 1000 utilisateurs.

### 7.2 LES MAN

Les **MAN** (*Metropolitan Area Network*) interconnectent plusieurs LAN géographiquement proches (au maximum quelques dizaines de km) à des débits importants. Ainsi un MAN permet à deux noeuds distants de communiquer comme si ils faisaient partie d'un même réseau local.

Un MAN est formé de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits (en général en fibre optique).

### 7.3 LES WAN

Un WAN (*Wide Area Network* ou réseau étendu) interconnecte plusieurs LAN à travers de grandes distances géographiques.

Les débits disponibles sur un WAN résultent d'un arbitrage avec le coût des liaisons (qui augmente avec la distance) et peuvent être faibles.

Les WAN fonctionnent grâce à des routeurs qui permettent de "choisir" le trajet le plus approprié pour atteindre un noeud du réseau. Le plus connu des WAN est Internet.

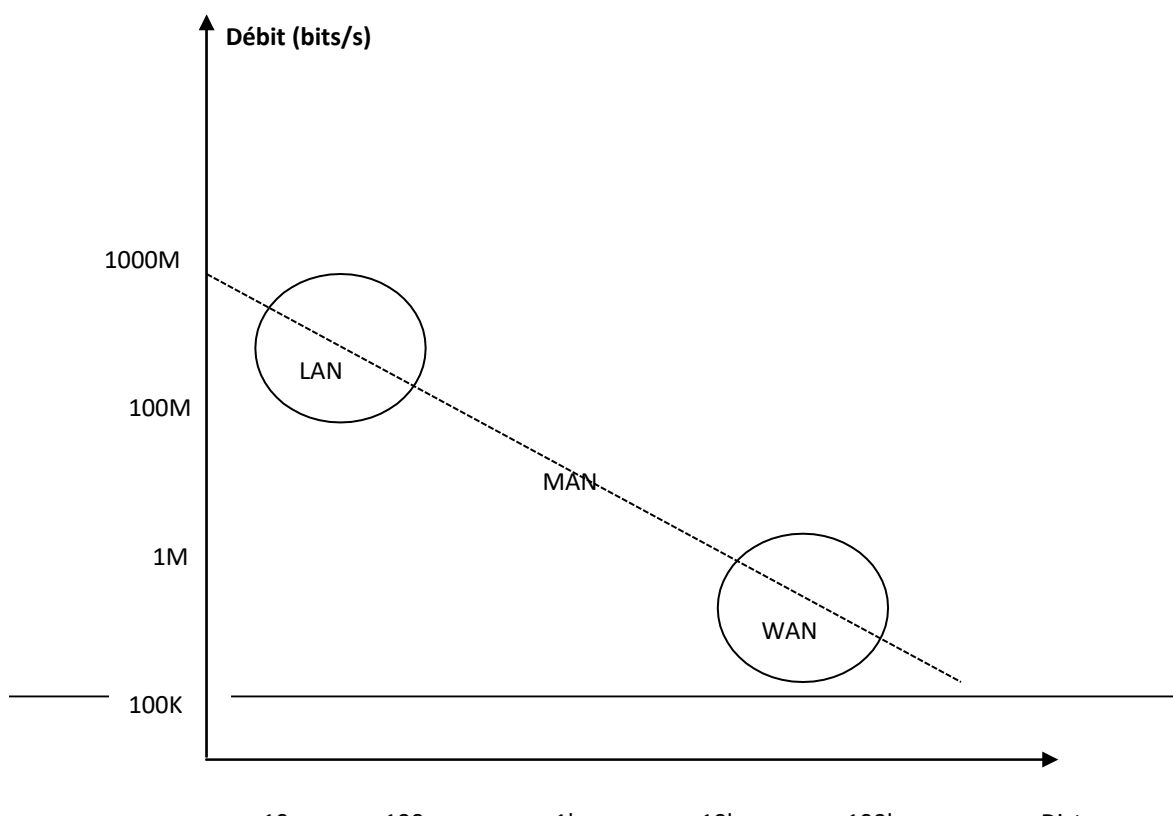






Figure 9: Comparaison des types de réseaux selon le débit et la taille

## 7.4 LES RESEAUX SANS FIL

### 7.4.1 QU'EST-CE QU'UN RESEAU SANS FIL

Un **réseau sans fil** (en anglais *wireless network*) est un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "**mobilité**".

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes **radio-électriques** (radio et infrarouges) en lieu et place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant par la fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions.

Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires (creusement de tranchées pour acheminer les câbles, équipements des bâtiments en câblage, goulottes et connecteurs), ce qui a valu un développement rapide de ce type de technologies.

---

#### 7.4.2 LES CATEGORIES DE RESEAUX SANS FIL

On distingue habituellement plusieurs catégories de réseaux sans fil, selon le périmètre géographique offrant une connectivité (appelé *zone de couverture*) :

##### 7.4.2.1 RESEAUX PERSONNELS SANS FIL (WPAN)

Le *réseau personnel sans fil* (appelé également *réseau individuel sans fil* ou *réseau domestique sans fil* et noté **WPAN** pour *Wireless Personal Area Network*) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ...) ou un assistant personnel (PDA) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :

La principale technologie *WPAN* est la technologie **Bluetooth**, lancée par Ericsson en 1994, proposant un débit théorique de 1 Mbps pour une portée maximale d'une trentaine de mètres. Bluetooth, connue aussi sous le nom *IEEE 802.15.1*, possède l'avantage d'être très peu gourmande en énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée à une utilisation au sein de petits périphériques.

##### 7.4.2.2 RESEAUX LOCAUX SANS FIL (WLAN)

Le *réseau local sans fil* (noté **WLAN** pour *Wireless Local Area Network*) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre-eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Il existe plusieurs technologies concurrentes :

- Le **Wifi** (ou *IEEE 802.11*), soutenu par l'alliance *WECA* (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) offre des débits allant jusqu'à 54Mbps sur une distance de plusieurs centaines de mètres.

- 
- **HiperLAN2** (*High Performance Radio LAN 2.0*), norme Européenne élaborée par l'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). HiperLAN 2 permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mbps sur une zone d'une centaine de mètres dans la gamme de fréquence comprise entre 5 150 et 5 300 MHz.

---

#### 7.4.2.3 RESEAUX METROPOLITAINS SANS FIL (WMAN)

Le *réseau métropolitain sans fil* (**WMAN** pour *Wireless Metropolitan Area Network*) est connu sous le nom de **Boucle Locale Radio (BLR)**. Les WMAN sont basés sur la norme *IEEE 802.16*. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, ce qui destine principalement cette technologie aux opérateurs de télécommunication.

---

#### 7.4.2.4 RESEAUX ETENDUS SANS FIL (WWAN)

Le *réseau étendu sans fil* (**WWAN** pour *Wireless Wide Area Network*) est également connu sous le nom de *réseau cellulaire mobile*. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles y sont connectés.

Les principales technologies sont les suivantes :

- **GSM** (Global System for Mobile Communication ou en français Groupe Spécial Mobile)
- **GPRS** (General Packet Radio Service)
- **UMTS** (Universal Mobile Telecommunication System) .

## CHAPITRE2 : NORMALISATION

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec la notion de normalisation et des normes de réseaux
<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	Etudier le modèle OSI et le modèle TCP/TP : But de l'OSI, Avantages de l'OSI, Principe d'encapsulation, Le modèle TCP/ IP
<b>MOTS CLES</b>	IEEE, OSI, couche, encapsulation, segmentation,
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	<p>But de l'OSI</p> <p>Avantages du modèle OSI</p> <p>Le modèle OSI</p> <p>Encapsulation</p> <p>Description du modèle OSI</p> <p>L'architecture TCP/IP</p> <p>Comparaison TCP/IP — ISO</p> <p>Encapsulation TCP/IP</p>

<b>VOLUME HORAIRE</b>	3 heures
---------------------------	----------

## 1INTRODUCTION

De nombreux fournisseurs en informatique ont mis au point leurs propres méthodes de communication pour réseaux qui ne permettent pas à des systèmes hétérogènes de communiquer entre eux.

Pour résoudre ce problème, les organismes de normalisation (ISO, IEEE, UIT-T...) ont créé des modèles de réseaux qui aideront les concepteurs à mettre en œuvre des réseaux pouvant communiquer entre eux (compatibles). On trouve principalement : le **modèle OSI**.

## 2LA NORME OSI

Au début des années 70, chaque constructeur a développé sa propre solution réseau autour d'architecture et de protocoles privés (SNA d'IBM, DECnet de DEC, DSA de Bull, TCP/IP du DoD,...) et il s'est vite avéré qu'il serait impossible d'interconnecter ces différents réseaux «propriétaires» si une norme internationale n'était pas établie. Cette norme établie par l'International Standard Organization (ISO) est la norme Open System Interconnection (OSI, interconnexion de systèmes ouverts).

Un système ouvert est un ordinateur, un terminal, un réseau, n'importe quel équipement respectant cette norme et donc apte à échanger des informations avec d'autres équipements hétérogènes et issus de constructeurs différents.

## 3BUT DE L'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 correspond à une fonctionnalité particulière d'un réseau. Une couche est constituée d'éléments matériels et logiciels et offre un service à la couche située immédiatement au-dessus d'elle en lui épargnant les détails d'implémentation nécessaires. Chaque couche n d'une machine gère la communication avec la couche n d'une autre machine en suivant un protocole de niveau n qui est un ensemble de règles de communication pour le service de niveau n. un protocole est un ensemble formel de règles et de conventions qui régit l'échange d'informations entre des unités en réseaux.

#### 4AVANTAGES DU MODELE OSI

L'organisation en couche proposée par le modèle OSI présente les avantages suivants :

- Permettre de diviser les communications sur le réseau en éléments plus petits et simples.
- Uniformiser les éléments du réseau de manière à permettre le développement et le soutien multi fournisseur.
- Permettre à différents types de matériel et de logiciel réseau de communiquer entre eux.
- Empêcher les changements apportés à une couche d'influer sur les autres couches, ce qui assure un développement plus rapide.

## 5.1.1. Le modèle OSI

Le problème, consistant à déplacer de l'information entre des ordinateurs est divisé en sept petits problèmes plus faciles à gérer dans le modèle de référence OSI.

7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison
1	Physique

Figure 10: Structure du modèle OSI

A chaque couche correspond une unité de données (bit, trame, paquet, message...) et le passage d'une couche à l'autre se fait par ajout d'informations de contrôle, c'est la notion de l'encapsulation.

## 6. ENCAPSULATION

Pour communiquer entre les couches et entre les hôtes d'un réseau, OSI a recouru au principe de l'encapsulation.

Encapsulation : processus de conditionnement des données consistant à ajouter un en-tête de protocole déterminé avant que les données ne soient transmises à la couche inférieure.

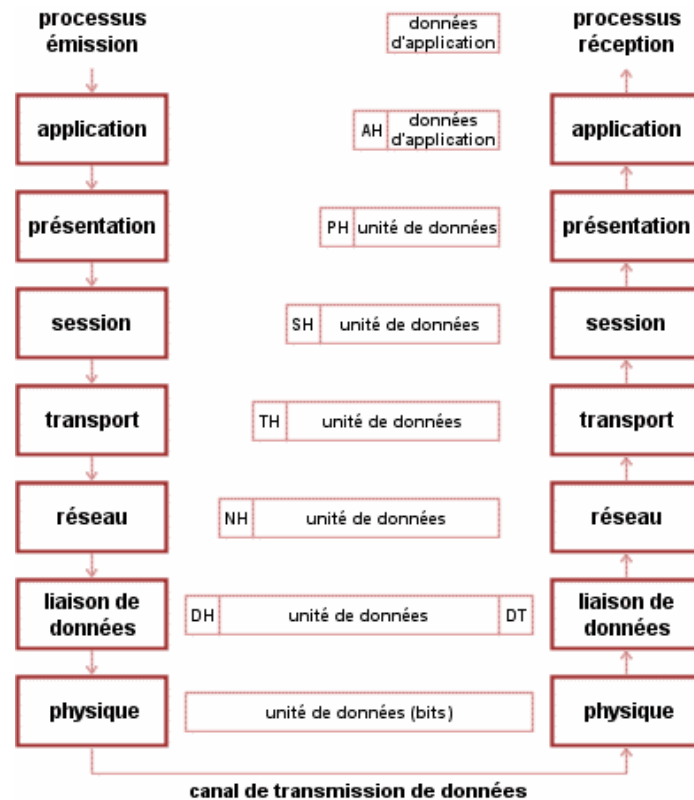


Figure 11: encapsulation des données

Lorsqu'une couche de la source reçoit des données, elle encapsule ces dernières avec ses informations puis les passe à la couche inférieure. Le mécanisme inverse a lieu au niveau du destinataire où une couche réceptionne les données de la couche inférieure ; enlève les informations qui la concernent ; puis transmet les informations restantes à la couche supérieure. Les données transitant à la couche n de la source sont donc les mêmes que les données transitant à la couche n du destinataire.

Pour identifier les données lors de leur passage au travers d'une couche, l'appellation « Unité de données de protocole (PDU) » est utilisée.



Couche	Désignation
7	Données
6	
5	
4	Message / Segment
3	Paquets
2	Trame
1	Bits

Figure 12: Désignation PDU/ couche

## 7.1.1 DESCRIPTION DU MODÈLE OSI

### 7.1.1.1 DESCRIPTION DES COUCHES HAUTES DE TRAITEMENT :

La couche Application (7) : c'est la couche OSI la plus proche de l'utilisateur ; elle fournit des services réseaux aux applications de l'utilisateur (exemple : navigateur, FTP). Elle est chargée de l'exécution des applications, de son dialogue avec la couche 7 du destinataire en ce qui concerne le type des informations à échanger (messagerie, transfert de fichiers, interrogation d'une base de données...).

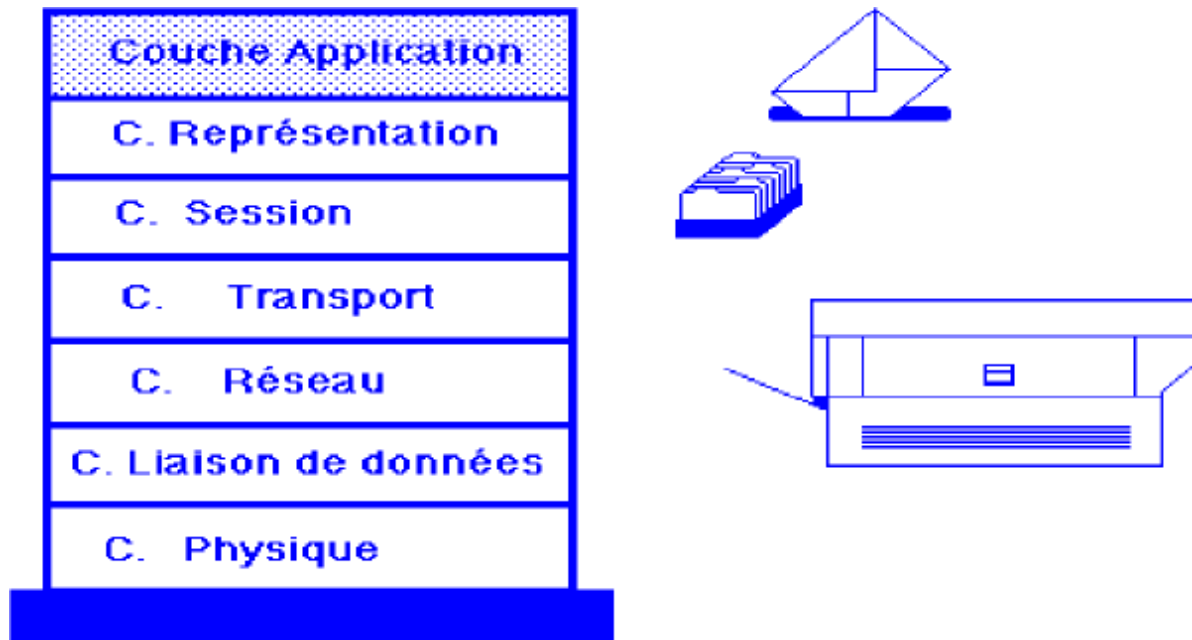


Figure 13: Rôle de la couche Application

→ Elle s'intéresse à la sémantique des informations.

La couche présentation (6) : cette couche met en forme les informations échangées pour les rendre compatible avec l'application destinatrice (traduction des formats, compression, encryptage, etc.).

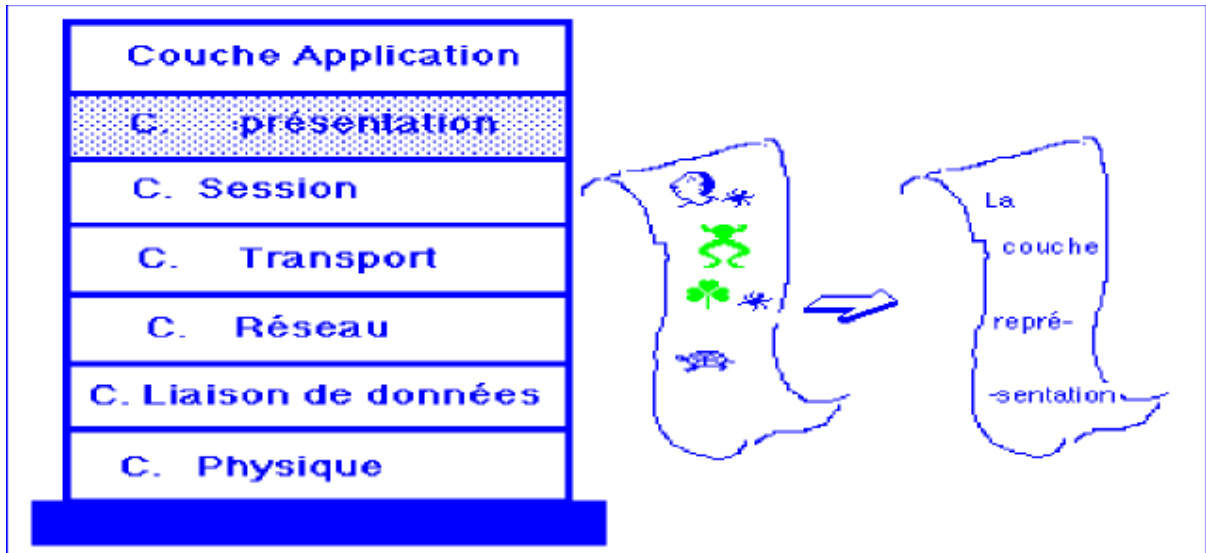


Figure 14: Rôle de la couche Présentation

→ Elle s'intéresse à la syntaxe des informations.

La couche session (5) : assure l'ouverture et la fermeture des sessions (communication) entre les utilisateurs. Une session est un dialogue hautement structuré entre deux stations de travail. La couche session est chargée de gérer ce dialogue.

→ Émission des informations seulement s'il y a un utilisateur à l'autre extrémité pour les récupérer, ou au moins son représentant, qui peut être une boîte aux lettres électroniques (norme 83 27 ou X 225).

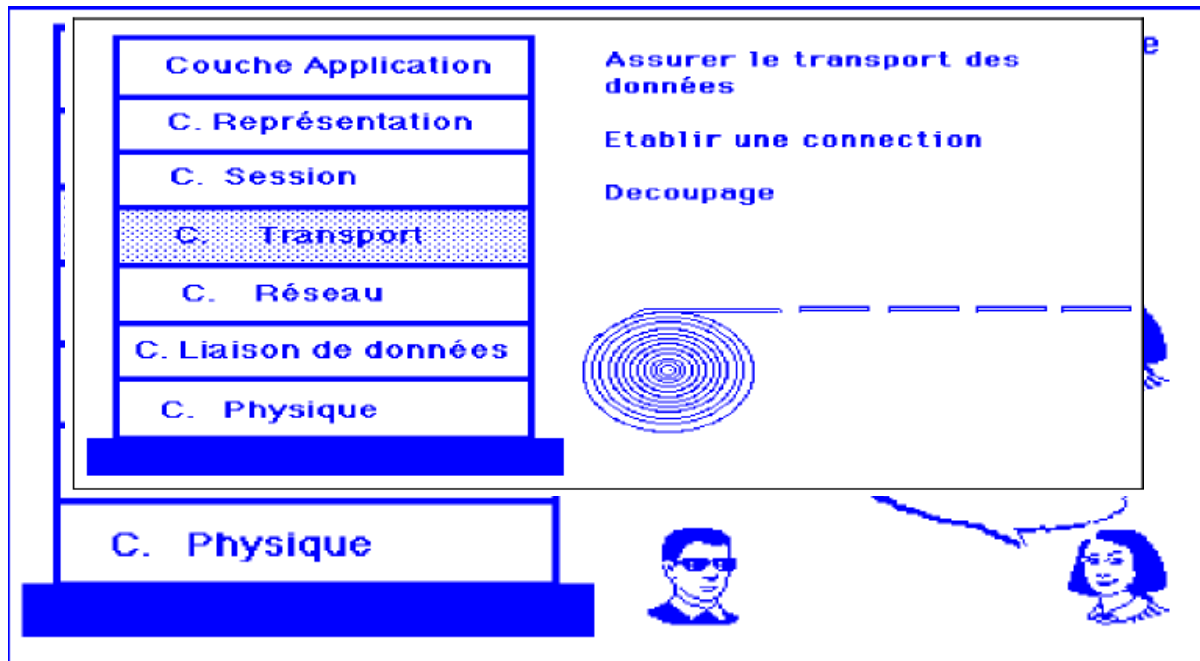


Figure 15: Rôle de la couche Session

La couche transport (4) : cette couche concerne l'intégrité des données. En effet, elle garantit que les paquets seront reçus sans erreur, dans l'ordre et sans perte ni duplication de données. Elle découpe les messages volumineux en paquets que la couche réseau pourra transmettre ou le réassemblage des paquets en messages (norme X224).

En fournissant un service de communication, la couche de transport établit et raccorde les circuits virtuels, en plus d'en assurer la maintenance.

Figure 16: Rôle de la couche Transport

## 7.2 DESCRIPTION DES COUCHES BASSES DE COMMUNICATION:

La couche réseau (3): elle assure l'adressage, le contrôle de flux, l'engorgement des données et le routage, c'est-à-dire, le choix du meilleur itinéraire. (exemple : norme ISO 8208 ou X25).

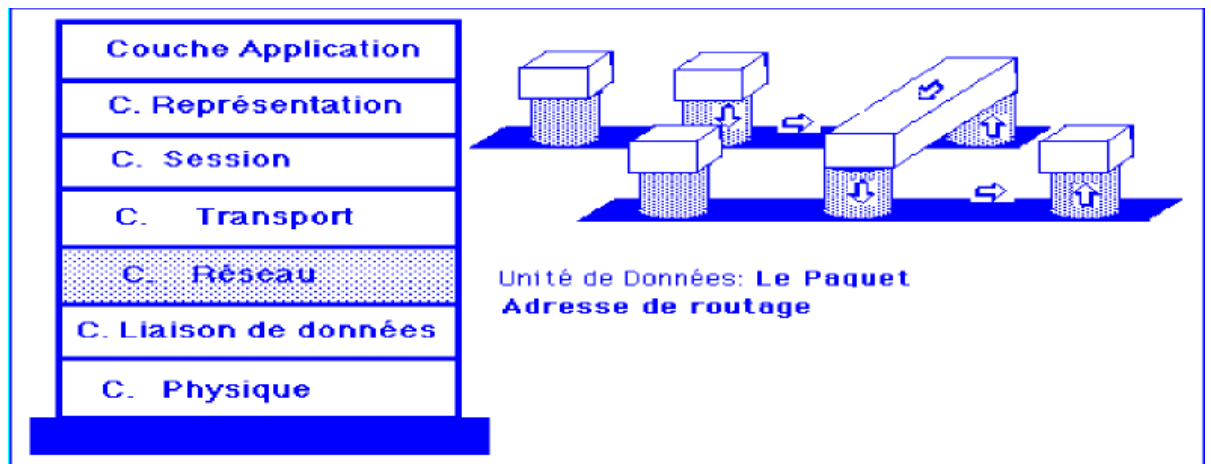


Figure 17: Rôle de la couche Réseau

La couche liaison de données (2) : elle assure un transit fiable des données sur une liaison physique. De ce fait, elle s'occupe de l'adressage physique (MAC Medium Access Control), de la topologie du réseau, de l'accès au réseau, de la notification des erreurs, de la livraison ordonnée des trames de contrôle de flux et de l'établissement et la libération des connexions. Elle dispose des moyens de détection et correction des erreurs et des règles nécessaires pour partager un support physique unique entre plusieurs stations (exemple : norme HDLC).



Figure 18: Rôle de la couche Liaison de Données

La couche physique (1): elle réalise le transfert physique des éléments binaires des trames sur le support suivant des caractéristiques mécaniques et électriques des câbles du réseau, des connecteurs et des signaux qui y circulent (normes X21, V24, RS232,...). Dans cette couche, on trouve tous les matériels et les logiciels nécessaires au transport correct des bits (jonction, modem, multiplexeurs, commutateurs, satellite,...).

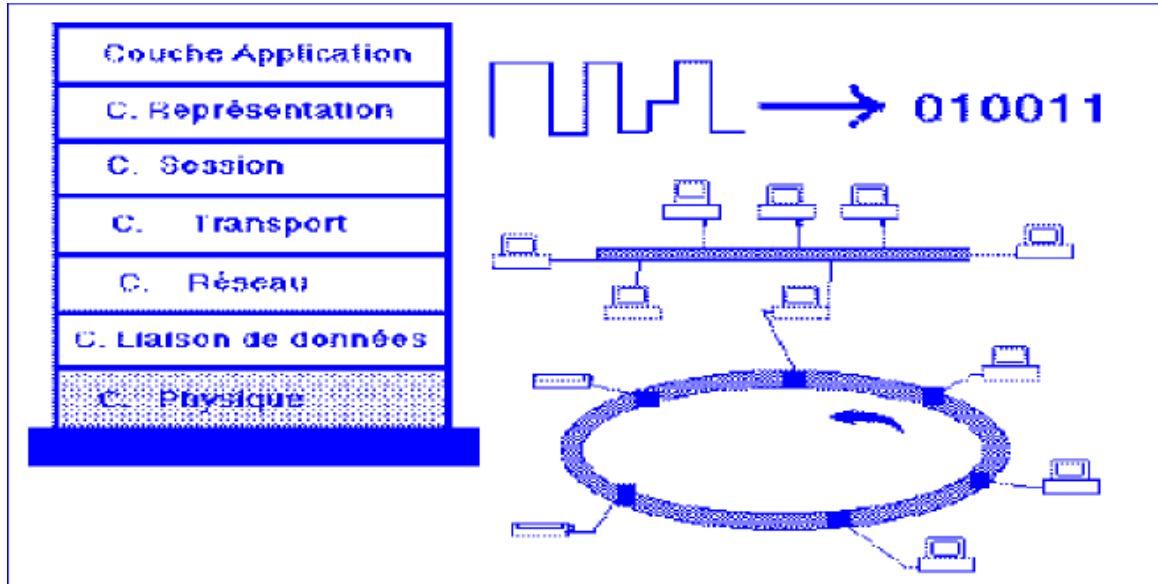


Figure 19: Rôle de la couche physique

### 7.3 L'ARCHITECTURE TCP/IP

TCP/IP est devenu le protocole standard en matière d'interopérabilité entre ordinateurs hétérogènes. Cette interopérabilité constitue l'un des principaux atouts de TCP/IP. Presque tous les réseaux sont compatibles avec TCP/IP. Il permet de faire du routage et sert souvent de protocole pour la communication inter réseau.

TCP/IP fut inventé par le ministère américain de la défense qui voulait un protocole rouable, robuste et fonctionnellement performant, qui puisse servir à créer ces réseaux étendus capables de fonctionner même en cas de guerre nucléaire. C'est maintenant la communauté Internet qui gère l'évolution de TCP/IP

Le succès de TCP/IP, s'il vient d'abord d'un choix du gouvernement américain, s'appui ensuite sur des caractéristiques intéressantes :

1. C'est un protocole ouvert, les sources (C) en sont disponibles gratuitement et ont été développés indépendamment d'une architecture particulière, d'un système d'exploitation particulier, d'une structure commerciale propriétaire. Ils sont donc théoriquement transportables sur n'importe quel type de plate-forme, ce qui est prouvé de nos jours.
2. Ce protocole est indépendant du support physique du réseau. Cela permet à TCP/IP d'être véhiculé par des supports et des technologies aussi différents qu'une ligne série, un câble coaxial Ethernet, une liaison louée, un réseau token- ring, une liaison radio (satellites, " wireless " 802.11a/b/g), une liaison FDDI 600Mbits, une liaison par rayon laser, infrarouge, xDSL, ATM, fibre optique, la liste des supports et des technologies n'est pas exhaustive. .
3. Le mode d'adressage est commun à tous les utilisateurs de TCP/IP quelle que soit la plate-forme qui l'utilise. Si l'unicité de l'adresse est respectée, les communications aboutissent même si les hôtes sont aux antipodes.
4. Les protocoles de hauts niveaux sont standardisés ce qui permet des développements largement répandus sur tous types de machines.

La majeure partie des informations relatives à ces protocoles sont publiées dans les RFCs (Requests For Comments). Les RFCs contiennent les dernières versions des spécifications de tous les protocoles TCP/IP, ainsi que bien d'autres informations comme des propositions d'améliorations des outils actuels, la description de nouveaux protocoles, des commentaires sur la gestion des réseaux, la liste n'est pas exhaustive.



## 7.4 COMPARAISON TCP/IP — ISO

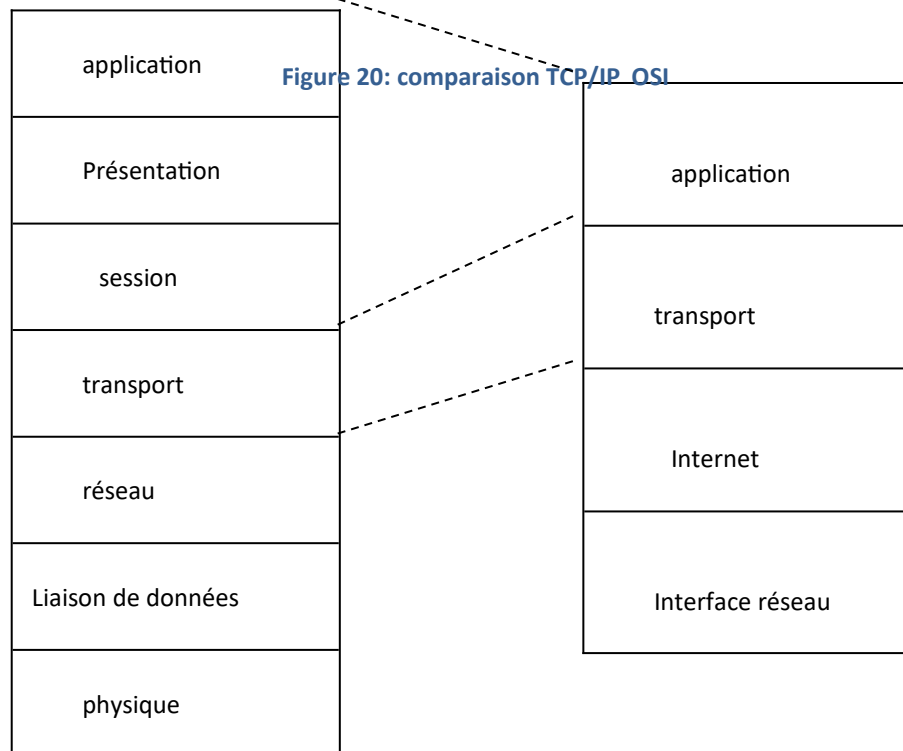
La suite de protocoles désignée par TCP/IP, ou encore “ pile ARPA ”, est construite sur un modèle en couches moins complet que la proposition de l’ISO. Quatre couches sont suffisantes pour définir l’architecture de ce protocole.

4 Couche Application (Application layer).

3 Couche Transport (Transport layer).

2 Couche Internet (Internet layer).

1 Couche interface réseau (Network access layer).



---

La couche application : intègre aussi les services des couches session et présentation. Le modèle TCP/IP regroupe tous les aspects liés aux applications et suppose que les données sont préparées de manière adéquate pour les couches suivantes.

La couche de transport : elle s'intéresse à la qualité de service touchant la fiabilité, le contrôle de flux et la correction des erreurs. Le protocole TCP (Transmission Control Protocol) est orienté connexion, il assure des communications réseaux fiables, circulant bien et présentant un taux d'erreur peu élevé.

Dans un protocole orienté connexion, TCP/IP établit un dialogue entre la source et le destinataire pendant qu'il prépare les informations de la couche application en segments. Il y a alors un échange de segments de couche 4 afin de préparer une communication et donc une connexion logique pendant un certain temps.

Cette communication faisant appel à un circuit logique temporaire est appelée commutation de paquet, en opposition à la commutation de circuits supposant elle un circuit permanent.

Un protocole non orienté connexion envoie les données sur le réseau sans qu'un circuit ait été établi au préalable. (Exemple : le protocole UDP : User Datagram Protocol)

La couche Internet : le rôle de la couche Internet consiste à envoyer des paquets source à partir d'un réseau quelconque de l'inter réseau et à les acheminer à destination, indépendamment du trajet et des réseaux traversés pour y arriver. Le protocole qui régit cette couche s'appelle IP (Internet Protocol). L'identification du meilleur trajet et la commutation de paquets ont lieu à cette couche.

La couche interface réseau : cette couche se charge de tout ce dont un paquet IP a besoin pour établir des liaisons physiques. Cela comprend les détails sur les technologies

---

réseau local et de réseau longue distance, ainsi que tous les détails dans les couche physique et liaison de données du modèle OSI.

## 7.5 ENCAPSULATION TCP/IP

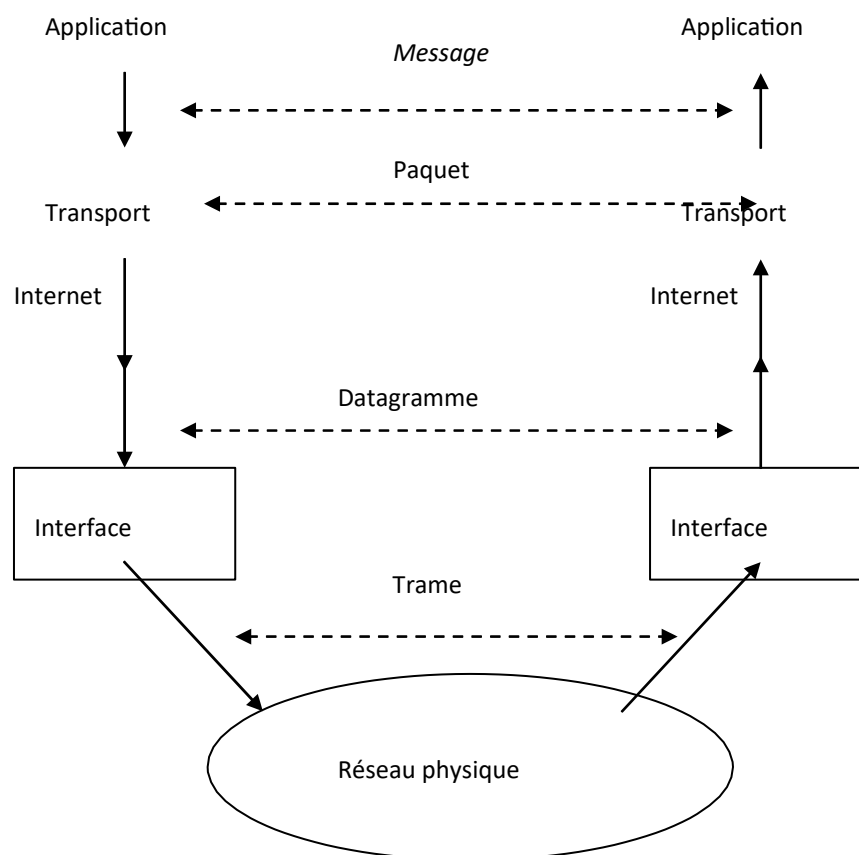


Figure 21: Encapsulation TCP/IP

Chaque couche encapsule la précédente avec les informations de contrôle qu'elle destine à la couche de même niveau sur la machine distante. Cet ajout est nommé “ header ” (en- tête) parce qu'il est placé en tête des données à transmettre.

Application	datas
Transport	Header   datas
Internet	Header   Header   datas
Network	Header   Header   Header   datas

La taille des “ headers ” dépend des protocoles utilisés. Pour la couche IP le protocole comporte en standard 5 mots de 32 bits, même chose pour la couche TCP.

## CHAPITRE3: LA COUCHE PHYSIQUE

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec Les concepts de base de la couche physique.
<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	<p>L'étudiant doit connaître :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Supports de transmission (filaire et non filaire)</li><li>- Modes de transmission</li><li>- Les équipements de la couche physique</li></ul>
<b>MOTS CLES</b>	Signal, Codage, décodage,
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	<p>Notions de base sur les signaux de communication :</p> <p>Notions de base sur le codage de signaux réseau</p> <p>Modes de transmission et synchronisation :</p> <p>Techniques de transmission des données :</p> <p>Les modes de connexion</p>
<b>VOLUME HORAIRE</b>	4.5 heures

## 1.1 Notions de base sur les signaux de communication

Les systèmes de communication assurent le transport de l'information entre un émetteur et un récepteur.

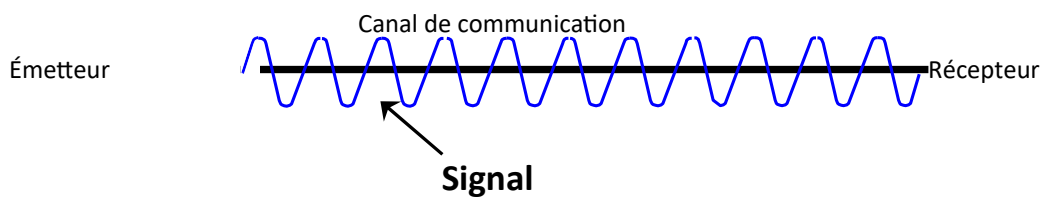


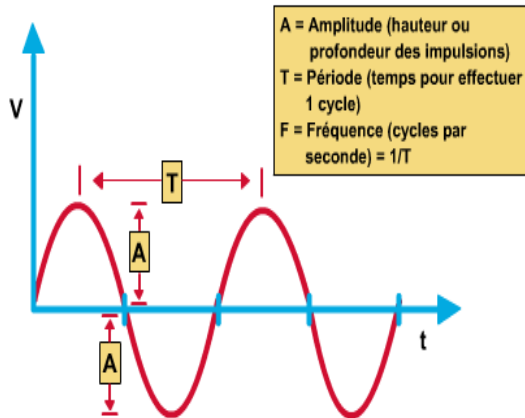
Figure 22: Structure d'un système de communication

### 1.1.1 LE SIGNAL :

Le signal qui transporte l'information peut être une tension électrique, une impulsion lumineuse ou une onde électromagnétique. Il se présente en 2 formes: analogique ou numérique.

- Le signal analogique varie constamment en fonction du temps et il est caractéristique de la nature (les signaux réels sont analogiques : son, température, vitesse, humidité, ...). Plusieurs valeurs de tensions sont significatives.
- Le signal numérique est discret ou sautillant dans le temps. Il est caractéristique de la technologie plutôt que de la nature (l'informatique est de nature numérique binaire). Deux valeurs de tension seulement sont possibles.

## Signaux analogiques



## Signaux numériques

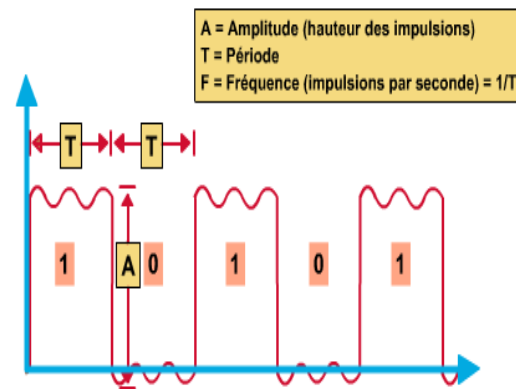


Figure 23: Signaux analogiques/ numériques

Les éléments intervenant dans la transmission sont :

- L'ETCD (équipement terminal de communication de données) : c'est un équipement spécifique chargé d'adapter les données à transmettre au support de communication
- L'ETTD (équipement terminal de traitement de données) : l'ordinateur
- Le support de transmission

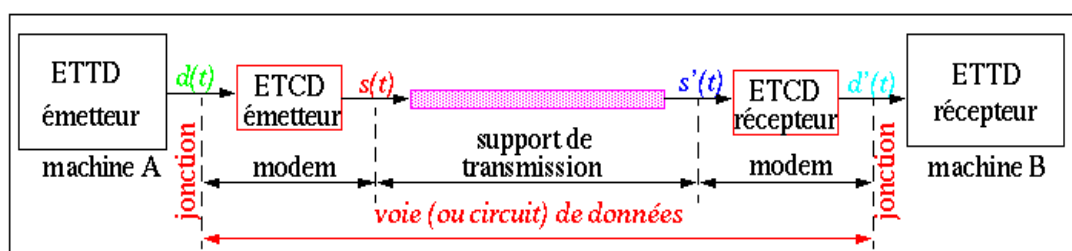


Figure 24: Eléments d'une transmission

---

### 1.1.1 LES MODES D'EXPLOITATION D'UNE VOIE DE TRANSMISSION :

L'exploitation d'une ligne de transmission peut s'effectuer suivant différents modes qui sont :

**Mode simplex** : la transmission est unidirectionnelle, une extrémité émet et l'autre reçoit. Les diffusions radio et TV en sont les exemples les plus caractéristiques.

**Mode semi- duplex** (half-duplex) : ce mode, appelé aussi bidirectionnel à l'alternat, permet une transmission dans les deux sens, mais alternativement. Chacune des deux extrémités reçoit et émet à tour de rôle, jamais simultanément.

**Mode duplex** (full-duplex) : ce mode appelé aussi bidirectionnel simultané permet une transmission simultanée dans les deux sens.

---

### 1.1.2 TRANSMISSION SERIE ET PARALLELE :

Quand la liaison physique est établie, on essaie alors de transmettre de l'information (en l'occurrence des bits), ce qui peut être effectué de deux manières :

**Transmission parallèle** : transmission de plusieurs bits simultanément. Par exemple le bus d'un microordinateur peut transmettre 8 ou 16 bits simultanément, une ligne téléphonique longue distance peut transmettre 12 communications simultanées. Le parallélisme est réalisé, soit par duplication des lignes (cas du bus), soit par partage de la voie (cas de la ligne téléphonique).

**Transmission série** : les informations sont transmises sur la même ligne les unes après les autres et se succèdent dans le temps.



## 2. MODES DE TRANSMISSION ET SYNCHRONISATION :

Tout transfert d'informations utilisant les télécommunications est généralement réalisé sous forme **série**. Un des principaux problèmes de la transmission série est la synchronisation de l'émetteur et du récepteur. La transmission **parallèle** pose des problèmes de synchronisation plus complexes et n'est utilisé que sur de courtes distances.

On distingue alors deux modes de transmission : la transmission asynchrone et la transmission synchrone :

Transmission asynchrone : les caractères sont émis de façon très irrégulière, comme par exemple des caractères tapés au clavier. L'intervalle de temps entre deux caractères est aléatoire, le début d'un message peut survenir à n'importe quel moment. Il n'y a synchronisation entre l'émetteur et le récepteur que pendant la transmission de chaque caractère, les bits composant les caractères sont transmis de manière régulière. Mais il faut reconnaître le début et la fin de ces caractères, pour permettre la synchronisation bit, ce qui est réalisé en ajoutant un bit du début (bit-start) et un ou deux bits à la fin du caractère (stop-bit). Ce mode de transmission est relativement simple et peu coûteux, et son utilisation est limitée aux terminaux lents, comme un clavier ou une petite imprimante ;

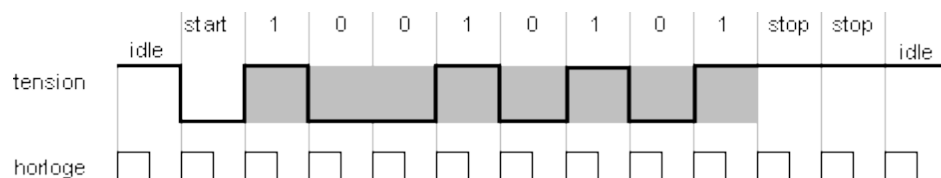


Figure 25: Transmission asynchrone

- Transmission synchrone : les bits sont émis de façon régulière, sans séparation entre les caractères. Pour cela le récepteur possède une horloge-bit de même fréquence que celle de l'émetteur. La synchronisation- caractère (reconnaissance du début et de la fin du message) est réalisée par la reconnaissance de séquences

particulières de bits, ou par l'insertion régulière d'éléments de synchronisation au cours de la transmission. Ce mode de transmission est bien adapté aux données volumineuses et aux nécessités de transmission rapide

### 3. TECHNIQUES DE TRANSMISSION DES DONNEES :

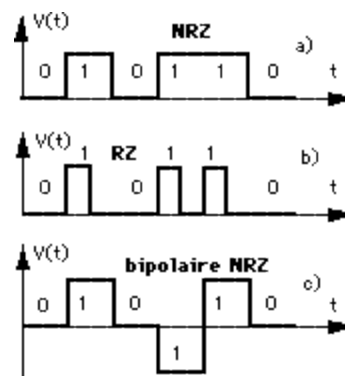
La transmission d'informations nécessite la prise en compte des caractéristiques du canal de transmission. Il est donc nécessaire, pour transmettre un signal, de l'adapter au canal de transmission ; deux solutions sont possibles : la transmission en bande de base (l'adaptation s'appelle alors codage), ou la modulation (l'adaptation correspond alors à la transmission sur une fréquence porteuse).

#### 3.1 TRANSMISSION EN BANDE DE BASE

Après numérisation de l'information, on est confronté au problème de la transmission des "0" et des "1". Une première possibilité est l'utilisation de signaux numériques : il s'agit de faire correspondre un signal numérique pour le "0" et un autre signal numérique pour le "1". Il y a plusieurs manières de procéder :

- Codes NRZ (Non Retour à Zéro), RZ (Retour à Zéro), bipolaire NRZ et RZa) NRZ : le codage est simple : un niveau 0 pour le "0", un niveau  $V_0$  pour le "1"

b) RZ : chaque "1" est représenté par une transition de  $V_0$  à 0.



c) bipolaire NRZ : alternativement, un "1" est codé positivement, puis négativement

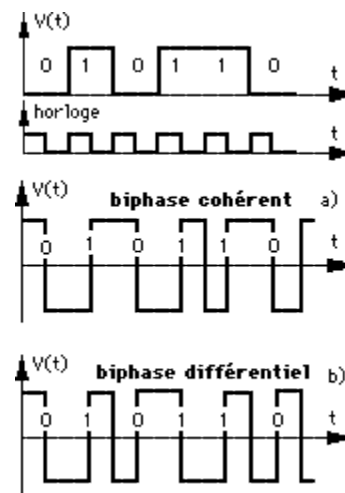
d) bipolaire RZ : même traitement que précédemment.

Codes biphasés : le signal d'horloge et le signal de données sont convolués.

ces codes sont définis sur le schéma ci-contre par comparaison au codage NRZ

a) codage biphasé cohérent ou Manchester : le "0" est représenté par une transition positive-négative et le "1" par une transition négative-positive.

b) codage biphasé différentiel : saut de phase de 0 pour un "0" et saut de phase de  $\pi$  pour un "1"



Le code Miller : Peut être réalisé de la manière suivante

- transition (front montant ou descendant) au milieu du bit "1"
- pas de transition au milieu du bit "0"
- une transition en fin de bit "0" si celui-ci est suivi d'un autre "0"

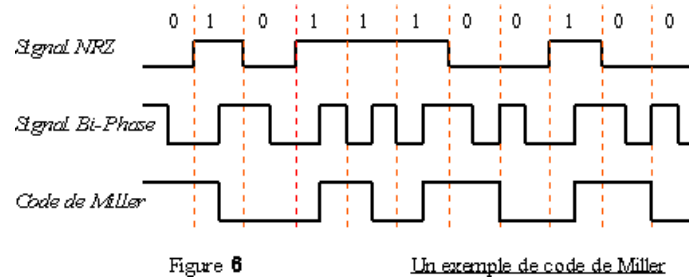


Figure 26: Codage Miller

*Remarque :* L'inconvénient du code NRZ est que l'horloge n'est pas transportée alors qu'avec le code biphase (Manchester) l'horloge est transportée car on a une transition à chaque bit émis (1:↑ et 0:↓).

Le choix entre les différents codages est effectué en fonction des caractéristiques du canal, du type de transmission et du débit binaire exigé. Le codage NRZ/NRZI est simple, mais pose d'importants problèmes de synchronisation. Le codage Manchester, le codage de Miller et le codage bipolaire sont plus sensibles au bruit (pour Manchester, le spectre est deux fois plus large ; pour Miller, l'annulation de la composante continue n'est pas totale ; pour les codes bipolaires trois niveaux de tension sont employés). Les plus utilisés pour des transmissions synchrones sont les codages Manchester différentiel, Miller.

La transmission en bande de base présente l'avantage de la simplicité et donc du coût réduit des équipements. Elle exige en revanche des supports n'introduisant pas de décalage en fréquence (transmission sur câble).

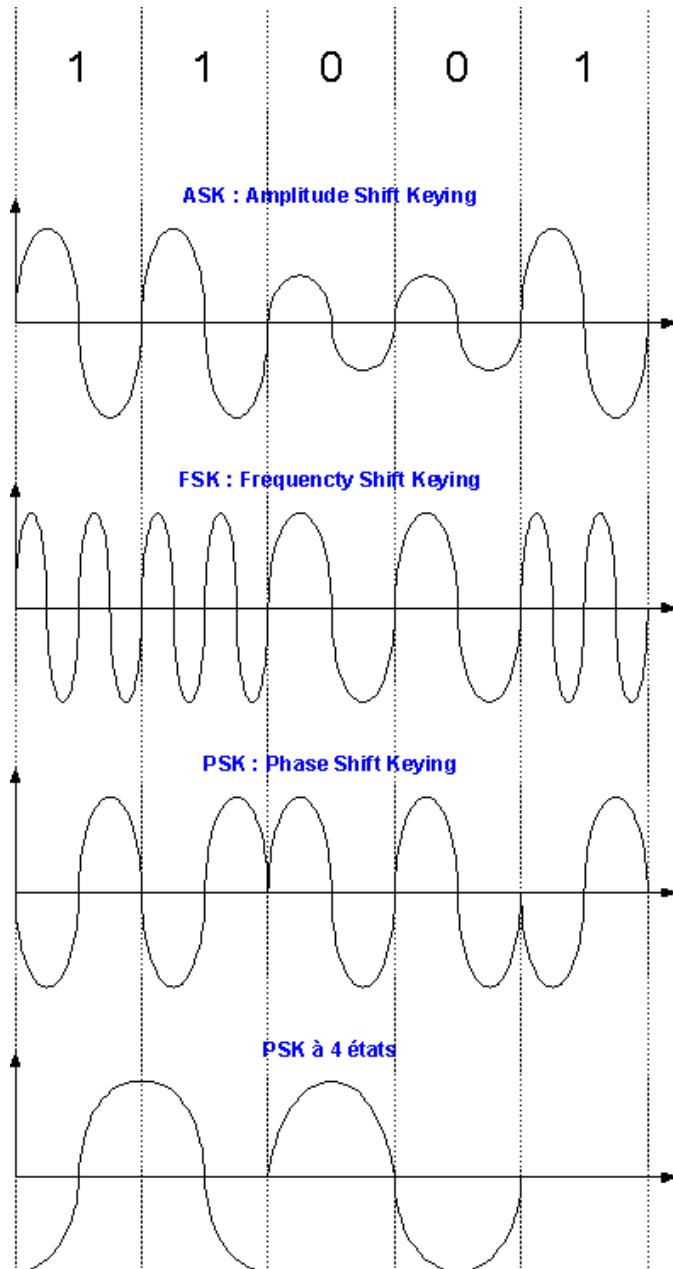
### 3.2 TRANSMISSION PAR TRANSPOSITION DE FREQUENCE (MODULATION)

---

L'utilisation des modulations numériques répond à deux besoins :

- Lorsque la transmission en bande de base n'est pas possible (dans l'air ou sur les lignes téléphoniques), on est obligé de translater le spectre bande de base vers les hautes fréquences : il faut réaliser une modulation.
- Lorsque le signal à transmettre n'est pas dans un domaine de fréquence correspondant au support.

Plusieurs types de modulations sont utilisés : Les modulations ASK, FSK et PSK



Dans chacun des exemple, la suite de bits à émettre est la suite ci-contre. Les modulations les plus simples sont l'ASK (Amplitude Shift Keying), la FSK (Frequency SK) et la PSK (Phase SK).

La modulation d'amplitude ou ASK :

L'amplitude du signal varie du simple au double suivant que l'on veuille transmettre un 0 ou un 1.

La modulation de fréquence ou FSK :

La fréquence du signal varie du simple au double suivant que l'on transmette un 0 ou un 1.

La modulation de phase ou PSK :

La phase du signal varie en fonction du bit à envoyer.

Chacune de ces modulations peut avoir 2 états (0 ou 1), comme sur les exemples précédents, mais également 4, 8, 16 ou plus états. L'exemple ci-contre illustre une modulation PSK à 4 états.

### 3.3 PARTAGE D'UNE VOIE DE COMMUNICATION « MULTIPLEXAGE »

Une liaison est l'établissement d'une communication entre deux équipements informatique.

Le multiplexage est une opération consistant à établir plusieurs liaisons sur une même voie de transmission sans qu'il y ait de gêne mutuelle.

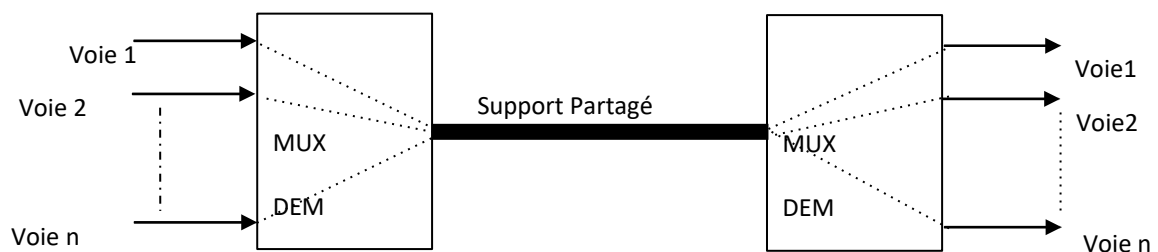


Figure 27: Principe du Multiplexage

Le multiplexeur : permet de grouper les informations à émettre pour les acheminer sur le support et dissocier celles reçues pour les faire parvenir aux circuits de données concernés tel que: « Débit support  $\geq \Sigma$  débits des voies ».

On distingue 3 types de multiplexage: statique fréquentiel, statique temporel et dynamique temporel.

#### 3.3.1 LE MULTIPLEXAGE STATIQUE FREQUENTIEL:

☞ *Principe:* découper la bande passante du support en plages de fréquences suffisantes pour transmettre les signaux.

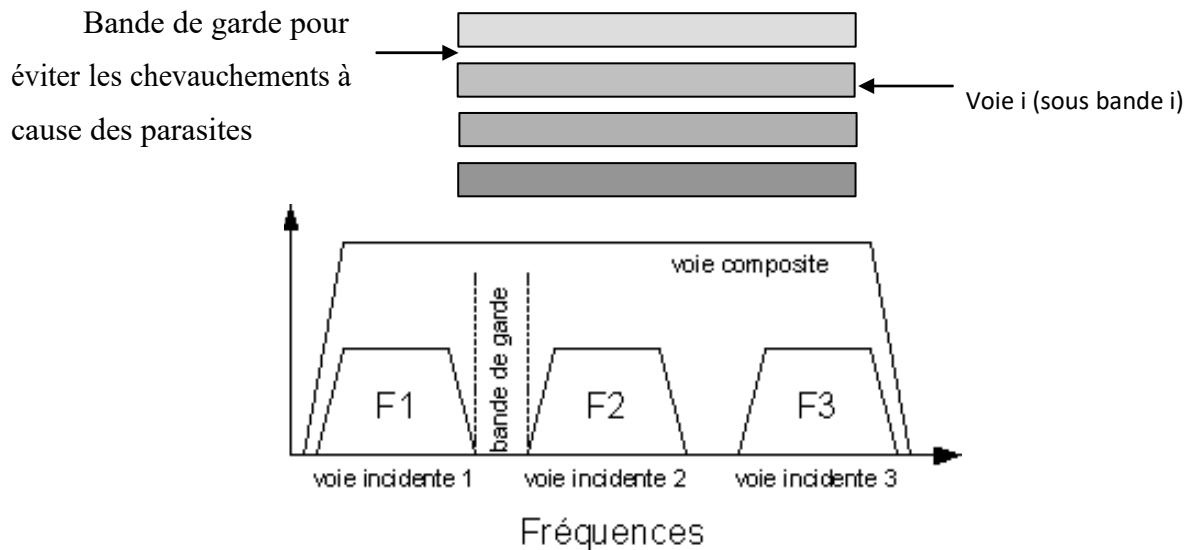


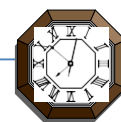
Figure 28: Multiplexage fréquentiel

☞ *Inconvénients:* (⊖ débit)

- Gaspillage de la bande passante par les bandes de garde.
- Si un circuit n'a rien à émettre alors sa sous bande ne pourra jamais être exploitée par un autre.

☞ *Utilisation:* de moins en moins à cause de la numérisation des voies pour les hauts débits.

### 3.3.2 LE MULTIPLEXAGE STATIQUE TEMPOREL:



☞ *Principe :* partage dans le temps de la bande passante. Bloc émis sur la voie n°1 :  $a_1 a_2 \dots a_m$

Bloc émis sur la voie n°2 :  $b_1 b_2 \dots$

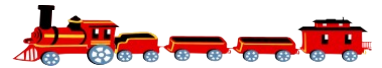
$b_m$  Bloc émis sur la voie n°n :

$z_1 z_2 \dots z_m$





a1b1 ... z1	a2b2 ... z2	...	ambm ... zm
Trame 1	Trame 2		Trame m



$$\text{Débit support} = \Sigma \text{ débits des voies}$$

☞ *Avantage* : partage de toute la bande passante.

☞ *Inconvénient* : si un circuit n'a rien à émettre pendant sa tranche de temps alors celle-ci sera perdue et aucun autre ne peut bénéficier d'elle.

☞ *Utilisation* : réseaux numériques.

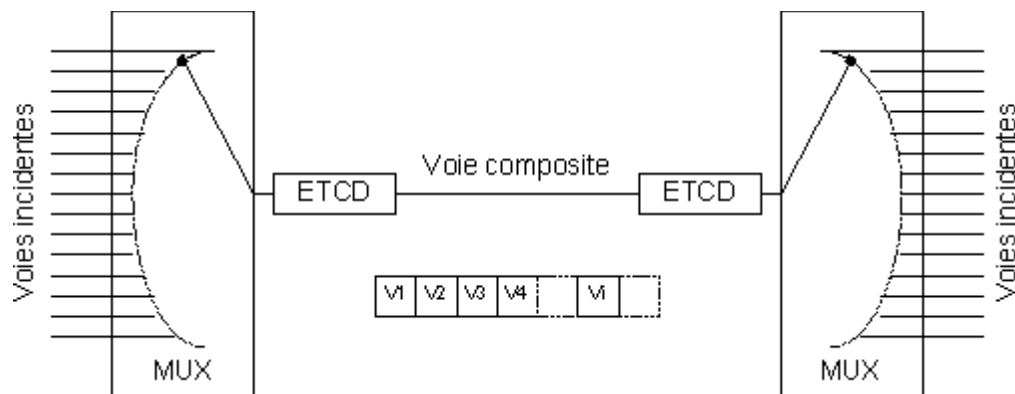


Figure 29 : Multiplexage temporel

### 3.3.3LE MULTIPLEXAGE DYNAMIQUE TEMPOREL:

☞ *Principe* : partager dans le temps la bande passante et n'accorder la tranche de temps correspondante à un circuit que si ce dernier a des informations à émettre.

☞ *Comment ?* : utiliser l'un des ETTD comme étant un maître qui va prendre en charge l'interrogation des autres pour savoir s'ils veulent émettre afin de leurs affecter ses tranches de temps.

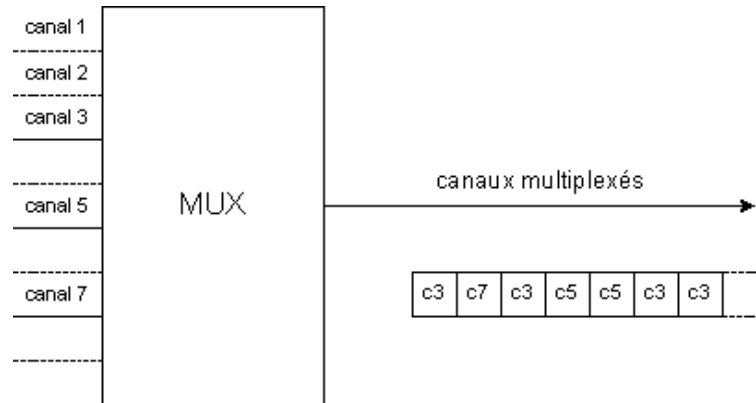
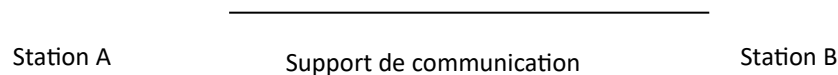


Figure 30: Multiplexage dynamique temporel

#### 4 LES MODES DE CONNEXION

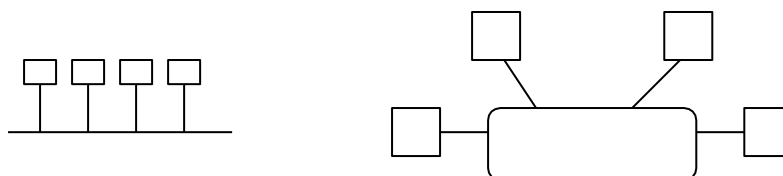
##### 4.1 MODE POINT A POINT (BIPOINT) :

Les deux équipements sont interconnectés directement via un même et unique support de transmission.



##### 4.2 MODE MULTIPOINT (RESEAU A DIFFUSION):

Plusieurs équipements sont interconnectés directement via un même et unique support de transmission (exemple : les réseaux locaux). Les informations envoyées par un équipement sont reçues par tous les autres équipements ;



## LES EQUIPEMENTS ET LES COMPOSANTS DE LA COUCHE1 :

### 5.1 LES SUPPORTS

#### 5.1.1 LES SUPPORTS FILAIRES

##### LA PAIRE TORSADÉE

Ce câble est formé par un ensemble de paire de fils de cuivre mutuellement isolés, et enroulés l'un autour de l'autre.

On distingue plusieurs catégories pour ce type de support de transmission à savoir Cat3, Cat5E. Actuellement on trouve sur le marché la paire torsadée de catégorie Cat7.

Dans la pratique, ce câble est utilisé dans les architectures en étoile et en anneau.

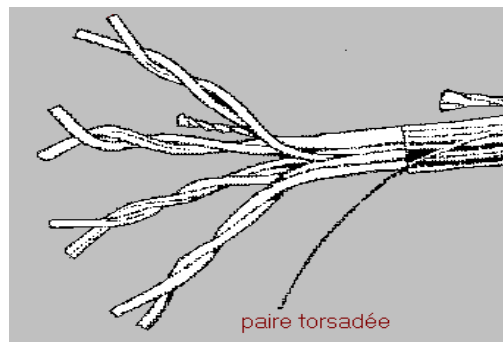


Figure 31: La paire torsadée

#### **Avantages :**

La paire torsadée est un câble simple très populaire et pas cher. De plus, il est présent partout (dans le cas de câblage téléphonique préexistant)

### Inconvénients :

L'inconvénient de la paire torsadée est sa sensibilité à l'environnement. De ce fait l'atténuation est assez importante et la portée est de quelques Mbits/s pour une distance de 1 km environ.

### Remarque :

La norme actuelle préconisée est le RJ45 Cat5 qui permet de transmettre indifféremment la parole (téléphone) et le numérique à haut débit

---

### LE CÂBLE COAXIAL

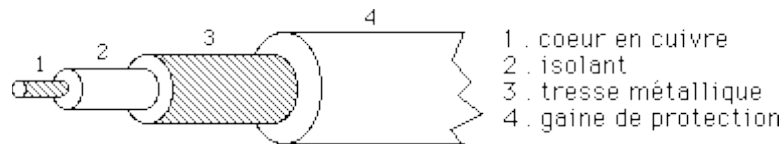


Figure 32: Le câble coaxial

- **L'âme (cœur en cuivre)**, accomplissant la tâche de transport des données, est généralement composée d'un seul brin en cuivre.
- **L'isolant** entourant la partie centrale est constitué d'un matériau diélectrique permettant d'éviter tout contact avec le blindage, provoquant des interactions électriques (court-circuit).
- **Le blindage** (tresse métallique) entourant les câbles permet de protéger les données transmises sur le support des parasites (autrement appelés *bruit*) pouvant causer une distorsion des données.
- **La gaine de protection** permet de protéger le câble de l'environnement extérieur. Elle est habituellement en caoutchouc (parfois en Chlorure de polyvinyle (PVC), éventuellement en téflon).

Ce type de câble est pratiquement le plus ancien et le plus vieux. Il était utilisé dans le réseau de topologie en bus. On distingue pour ce support deux types :

- 
- 50 ohms : transmission de signaux numériques en bande de base
  - 75 ohms : transmission analogique.

On distingue aussi deux types de raccordements pour le câble coaxial:

- Le raccordement utilisant une prise en T.
- Le raccordement utilisant une prise vampire.

Avec le premier type de raccordement, le câble doit être coupé pour ajouter un autre périphérique au réseau. Par contre l'ajout d'un périphérique à un réseau utilisant des prises en vampire n'exige pas la coupure du câble.

#### **Avantages :**

- mieux immunisé contre les influences électromagnétiques externes.
- débit très élevé (1 Gbit/s sur 1 km) .

#### **Inconvénients :**

L'inconvénient du câble coaxial est qu'il est un peu encombrant, de plus, sa mise en œuvre est peu contraignante vu qu'il est assez flexible.

**Remarque:** Pour les réseaux en bus, il doit être terminé par une impédance (bouchon)

---

#### **FIBRE OPTIQUE**

Un tube (diamètre 0,1 mm environ) transporte l'information sous la forme de signaux lumineux produits par un laser ou une led

---

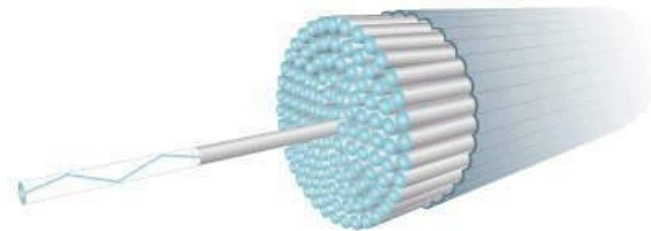


Figure 33: Un câble de fibres optiques

La lumière est réfléchiée par les parois de la fibre, on peut grouper dans un fibre optique de très nombreux conducteurs.

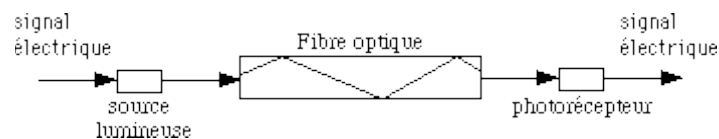


Figure 34: transmission à travers fibre optique

### Avantages :

- Immunité quasi totale à l'électromagnétisme
- Débit élevé : plusieurs Gbit/s
- Bande passante en Ghz

### Inconvénients :

- Coût de la connectique
- Fragilité physique
- Difficulté de mise en œuvre.

## 5.1.2 LES SUPPORTS NON FILAIRES

### ONDES RADIO

En 1887 Heinrich Hertz découvre les ondes radio.

En 1896, à Bologne Guglielmo Marconi réalise la première transmission radio.

Grâce aux ondes radios, on peut transmettre des signaux de données numériques ou analogiques. Ce type de transmission présente quelques avantages comme il présente aussi des inconvénients.

### **Avantages :**

Pas de problème de câblage comme le cas des supports de transmissions filaires.

### **Inconvénients:**

- La transmission est sensible à l'environnement et aux bruits produits par les ondes sonores et électromagnétiques
- La bande passante (non suffisante) qu'offre la transmission radio est limitée par une législation.
- L'infrastructure de la transmission radio est coûteuse (installation de stations de base d'émission et de réception).

**Remarque:** Le pionnier des réseaux locaux (ALOHA) était en ondes radio.

### **INFRAROUGE**

Cette technologie de transmission est non filaire. Elle utilise des ondes de longueurs d'ondes qui s'étendent approximativement de 0,7  $\mu\text{m}$  à 100  $\mu\text{m}$ . Elle est utilisée dans le domaine de télédétection et la transmission à faible portée comme pour les commandes

---

des télévisions et des systèmes commandables à distance tels que les équipements électroménagers et audiovisuels.

**Avantages :**

- Pas de problème de câblage comme le cas des supports de transmissions filaires.
- Pas de demande d'autorisation d'utilisation de fréquences.

**Inconvénients:**

- La transmission est bloquée par la présence d'obstacles.
- La bande passante qu'offre la transmission infra rouge est assez faible.
- L'infrastructure de la transmission infra rouge est coûteuse.
- Faible portée avec la transmission infra rouge vue qu'une onde courte n'ira pas loin (de quelques mètres à quelques dizaines de mètres).
- Transmission non super directionnel c'est-à-dire l'émetteur et le récepteur doit se mettre en regard l'un par rapport à l'autre pour établir une connexion infra rouge.

---

**ONDES LUMINEUSES (LASER + PHOTORECEPTEUR)**

**Avantages :**

- Pas de problème de câblage comme le cas des supports de transmissions filaires.
  - La bande passante est très grande et le débit est très élevé.
  - L'infrastructure de la transmission avec les ondes lumineuse est peu coûteuse.
-



---

### **Inconvénients:**

- La transmission est sensible à l'environnement extérieur tel que la neige, le brouillard et les courants de convection thermiques.

## 5.2 LES REPETEURS ET LES CONCENTRATEURS

Le répéteur est un composant actif. Son rôle est de resynchroniser le signal afin de pouvoir étendre la portée des câbles.

Le concentrateur ou répéteur multi ports reprend le fonctionnement du répéteur en ajoutant une fonctionnalité de connectivité. En effet, il dispose de plusieurs équipements réseaux. Chaque signal arrivant sur un port est régénéré, resynchronisé et réémis au travers de tous les autres ports.

Tous ces équipements, passifs ou actifs, créent ou manipulent des bits. Ils ne reconnaissent aucune information dans les bits, ni les adresses, ni les données. Leur fonction se limite donc, à déplacer les bits.

---

## CHAPITRE4: LA COUCHE LIAISON DE DONNEES

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec les concepts de base de la couche liaison de données.
<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	<p>L'étudiant doit connaître :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir les notions de base de la couche liaison de données</li> <li>- Les sous couches LLC et MAC</li> <li>- Les équipements de couche liaison données</li> </ul>
<b>MOTS CLES</b>	MAC, LLC, contrôle de flux, contrôle d'erreur
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	<p>LES NORMES DE RÉSEAU LOCAL  LES SOUS COUCHES LLC ET MAC  NOTIONS DE BASE DE LA TECHNOLOGIE TOKEN RING  NOTIONS DE BASE D'ETHERNET  LES ÉQUIPEMENTS DE LA COUCHE 2</p>
<b>VOLUME HORAIRE</b>	3 heures

---

## 1.1 IEEE ET LE MODELE OSI

Le modèle OSI comprend 2 couches dites « matérielles » : la couche physique qui englobe les médias, les signaux ainsi que les bits se déplaçant sur diverses topologies et la couche Liaison de données qui a pour fonction de combler tous les manques de la couche physique afin de permettre la communication réseau.

Selon l'IEEE, on divise la partie matérielle du modèle OSI en 2 parties :

- 1) Média Access Control (MAC) : transmission vers le bas jusqu'au média
- 2) Logical Link Control (LLC) : transmission vers le haut jusqu'à la couche réseau

### 1.1.1 LES ADRESSES MAC

Une adresse MAC est une adresse matérielle ; c'est-à-dire une adresse unique non modifiable par l'administrateur et stockée sur une mémoire morte (ROM) de la carte réseau. Les adresses MAC comportent 48bits et sont exprimées sous la forme de 12 chiffres hexadécimaux :

6 chiffres sont administrés par l'IEEE et identifient le fabricant de la carte

6 chiffres forment le numéro de série de la carte

On peut les représenter de 2 manières différentes : par groupe de 4 chiffres séparés par des points ou par groupe de 2 chiffres séparés par des tirets

Exemple : 0000.0c12.3456 OU 00-00-0c-12-34-56

---

---

Les LANs de type Ethernet et 802.3 sont des réseaux dits de broadcast, ce qui signifie que tous les hôtes voient toutes les trames. L'adressage MAC est donc un élément important afin de pouvoir déterminer les émetteurs et les destinataires en lisant les trames.

Le principal défaut de l'adressage MAC est qu'il est non hiérarchique, on ne peut pas faire de classement des adresses.

## 1.2 STRUCTURE GÉNÉRIQUE D'UNE TRAME

A	B	C	D	E	F
Champ de début de trame	Champ d'adresse	Champ de type/ longueur	Champ de Données	Champ TCS	Champ de fin de trame

Figure 35 : Les champs génériques d'une trame

- *Champ de début de trames* : annonce l'arrivée d'une trame.
- *Champ d'adresse* : contient les informations d'identification (source et destination).
- *Champ de longueur/type* : dépend de la technologie, il peut indiquer la longueur de la trame, le protocole de couche 3 ou encore rien du tout.
- *Champ de données* : contient les informations à transmettre, parfois accompagnés d'octets de remplissage pour que les trames aient une longueur minimale à des fins de synchronisation
- *Champ de FCS* : permet de détecter les erreurs, c'est une séquence de contrôle permettant au destinataire de vérifier le bon état de la trame.

Exemple : le CRC ou code de redondance cyclique : calculs polynomiaux sur les données.

---

- *Champ de fin de trame* : permet d'annoncer la fin de la trame

## 2 LES SOUS COUCHES LLC ET MAC

### 2.1 LE CONTROLE DE LIEN LOGIQUE (LLC)

La sous couche LLC a été créée afin de permettre à une partie de la couche liaison de données de fonctionner indépendamment des technologies existantes. Cela assure la polyvalence des services fournis aux protocoles de couche réseau situés en amont de cette couche tout en communiquant avec les différentes technologies utilisées pour véhiculer les informations entre la source et la destination. Le rôle de cette sous-couche est de réceptionner le paquet IP et d'y ajouter les informations de contrôle pour en faciliter l'acheminement jusqu'à la destination. Elle ajoute 2 éléments d'adressage décrits dans la spécification LLC 802.2 :

- *Le point d'accès DSAP* : point d'accès SAP du nœud réseau désigné dans le champ de destination du paquet
- *Le point d'accès SSAP* : point d'accès au service du nœud réseau désigné dans le champ source du paquet.

Il est à noter qu'un *SAP* ou point d'accès au service est un champ de la spécification d'une adresse définie par la norme IEEE 802.2

La norme IEEE 802.2 définit un certain nombre de champs dans les trames, lesquels permettent à plusieurs protocoles de couche supérieure de partager une liaison de données physique.

---

## 2.2 LA SOUS-COUCHE MAC

La sous-couche MAC concerne les protocoles que doit suivre un hôte pour accéder au média. Dans un environnement de média partagé, elle permet de déterminer quel ordinateur peut parler. On distingue 2 types de protocoles MAC :

- Déterministe : chacun son tour

EXEMPLE : TOKEN RING

- Non déterministe : premier arrivé premier servi

EXEMPLE : ETHERNET

## 3

Token Ring, mis en place par IBM, a commencé à se développer au début des années 70. C'est aujourd'hui le deuxième type de réseau derrière Ethernet. Il en existe 2 variantes quasi identiques : Token Ring IBM et IEEE 802.5 :

### 3.1 PRINCIPE DU MAC TOKEN RING : LE PASSAGE DE JETON

La topologie physique de Token Ring est en étoile, sa topologie logique en anneau. Dans cet anneau, une petite trame ; le jeton ; circule. Toutes les stations le reçoivent tour à tour. Si une station n'a rien à émettre, elle se contente de récupérer le jeton et de le transmettre à son voisin. Si par contre elle désire émettre des données sur le réseau, elle saisit le jeton, en altère un bit pour en faire son début de trame, puis y ajoute les informations à transmettre avant de transmettre cela à son voisin. Pendant ce temps, aucun jeton ne circule sur le réseau.

---

---

La trame circule autour de l'anneau jusqu'au destinataire, qui réceptionne la trame, la copie afin de la traiter puis la remet sur le réseau qu'elle parcourt jusqu'à l'émetteur. Ce dernier s'assure que le destinataire a bien reçu la trame, puis peut soit émettre une nouvelle trame soit ; s'il n'a plus rien à émettre ; remettre le jeton sur le réseau.

Ce principe comporte 2 avantages : il est exempt de toute collision et permet un accès déterministe au média grâce au système de priorité.

### 3.2 SYSTÈME DE PRIORITÉ D'ACCÈS AU MÉDIA

Chaque hôte dispose d'une priorité d'accès au média. Il existe donc une hiérarchie concernant le droit d'accès au média. Si un hôte A disposant d'une priorité plus haute ; que celui en train d'émettre désire communiquer ; il inscrit son niveau de priorité dans le champ réservation de la trame. Lorsque l'hôte B émetteur récupère sa trame, il inspecte le champ réservation et ; si celui-ci est plus élevé que sa propre priorité ; arrête immédiatement d'émettre et remet le jeton sur le réseau avec pour priorité la valeur du champ réservation.

### 3.3 LES MÉCANISMES D'ADMINISTRATION TOKEN RING

Différents mécanismes existent pour détecter et compenser les défaillances d'un réseau Token Ring. L'un d'eux consiste à définir un hôte du réseau comme moniteur actif. Cette station agit alors comme une source centralisée d'information de synchronisation et exécute diverses fonctions de maintenance de l'anneau.

Exemple : Si une station en train d'émettre tombe en panne, sa trame va continuer à tourner dans le réseau. Le rôle du moniteur actif sera d'enlever cette trame et de remettre le jeton en circulation.

---

---

Les stations sont reliées par des concentrateurs actifs nommés MSAU. Ces derniers créent entre les différentes stations un anneau virtuel. Ils peuvent aussi détecter les pannes éventuelles et retirer les stations défectueuses de l'anneau. Si une station détecte un problème sur le réseau, elle envoie une trame «Beacon », cette dernière définissant un domaine de panne. Cette trame déclenche un processus de reconfiguration automatique de l'anneau que les MSAU effectuent par le biais de reconfiguration électrique.

Domaine de panne : comprend la station signalant la défaillance et son voisin le plus proche.

### 3.4 TOPOLOGIES ET MEDIAS DE TOKEN RING

Les stations sont connectées au MSAU via des câbles STP ou UTP. Les MSAU sont raccordés entre eux via des câbles de raccordement.

### 4 NOTIONS DE BASE DE L'INTERFACE FDDI

On distingue dans la technologie FDDI (Fiber Distributed Data Interface) 4 caractéristiques principales :

**Média Access Control : mode d'accès au média (MAC) :** responsable de

- La configuration de la trame.
- Le traitement des jetons.
- L'adressage.
- La correction d'erreurs.

**Protocole de couche Physique : procédures de codage et décodage : (PHY)**

- Des exigences de synchronisation.
-



- Le verrouillage de trames .

### **Support de transmission physique (PMD) : caractéristiques du média**

- La liaison par fibre optique.
- Les niveaux de puissance.
- Le taux d'erreurs sur les bits.
- Les composants optiques.
- Les connecteurs.

### **Gestion de station (SMT) : configuration des stations FDDI**

- La configuration de l'anneau.
- Les caractéristiques de commande de l'anneau.
- L'insertion et le retrait des stations.
- L'initialisation.
- L'isolation des pannes et reprise.
- La planification.

#### **4.1 PRINCIPES D'ACCÈS AU MÉDIA DE LA TECHNOLOGIE FDDI**

La technologie FDDI utilise le même principe d'accès au média que Token Ring ; à savoir un accès déterministe de type « passage de jeton » ; en ajoutant à celle-ci un second

---

---

anneau permettant d'assurer un transit fiable si une panne survient sur le premier. Les deux anneaux circulent dans des directions opposées. Il est à noter que les 2 anneaux ne communiquent pas entre eux, le second étant uniquement utilisé en cas de panne du premier.

On distingue 2 types de stations :

- Classe A : stations à connexion doubles (DAS) qui sont reliés aux 2 anneaux, ces stations disposent de 2 ports ; identifiés A et B.
- Classe B : stations à connexion uniques (SAS) qui sont reliées à un seul des anneaux.

Les concentrateurs FDDI veillent à ce qu'une panne ou une mise hors service des stations SAS n'interrompt pas l'anneau.

## 5

Conçu à Hawaï dans les années 80, Ethernet est la technologie la plus répandue dans les réseaux actuels. Au début des années 80, fut mise en place par l'IEEE la norme IEEE 802.3 à partir d'Ethernet. Ethernet et IEEE 802.3 définissent des technologies semblables:

- Utilisation de CSMA/CD pour l'accès au média
- Concept de réseaux de broadcast

Il existe cependant quelques différences subtiles. En effet, Ethernet offre des services correspondant aux couches 1 et 2 du modèle OSI alors que IEEE 802.3 définit la couche 1 ainsi que la partie MAC de la couche 2.

---

---

Ethernet et 802.3 utilisent un principe d'accès au média non déterministe: CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect). Les hôtes se partagent le média, si l'un d'eux désire émettre, il vérifie au préalable que personne n'est en train de le faire, puis commence à émettre (CSMA). Si cependant 2 hôtes émettent en même temps, il se produit alors une collision. La première station qui détecte une collision envoie alors un signal de bourrage, se traduisant par un arrêt d'émission de tous les hôtes. Les paquets concernés sont alors détruits. Chaque hôte calcule alors une valeur aléatoire définissant la durée avant de recommencer à émettre, puis le mécanisme de CSMA se remet en fonction.

## 6 LES EQUIPEMENTS DE LA COUCHE 2

### 6.1 LES CARTES RESEAU OU NIC

Se connectant sur la carte mère, la carte réseau assure la connexion physique entre l'ordinateur et le réseau. Elle contient également l'adresse MAC.

Trois facteurs différencient les types de cartes :

- le type de réseau

*Exemple : Ethernet, Token Ring*

- le type de média

*Exemple : Fibre optique, UTP, coaxial*

- le type de bus système

*Exemple : PCI, ISA, PCMCIA*

Au niveau de la couche liaison de données, la carte réseau assure le contrôle de lien logique, la désignation ; le verrouillage de trame, l'accès au média ainsi que la signalisation

---



**Figure 36 : Cartes réseau PCMCIA et ISA**

## 6.2 LES PONTS

Les ponts servent à relier des segments réseaux en permettant une segmentation des domaines de collisions. Une analyse des trames est effectuée afin d'acheminer les trames sur le bon segment réseau en fonction des adresses MAC. Il permet de plus de connecter différentes technologies de couche 1 et cumule à ses fonctions celle du répéteur.



**Figure 37 : pont Ethernet**

## 6.3 LES COMMUTATEURS

Le commutateur est un pont multi ports. Il permet donc de relier plusieurs segments réseau et d'acheminer les trames sur le bon segment de destination grâce aux informations de couche 2. On distingue 2 types de commutations :

- cut through : dès que le commutateur connaît l'adresse de destination, il commence l'envoi de la trame sur le bon segment.

- Store and forward : le commutateur attend l'arrivée complète de la trame pour acheminer celle ci au bon segment.



**Figure 38 : commutateur Ethernet**

## CHAPITRE 5: LA COUCHE RESEAU

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec les concepts de base de la couche réseau.
-------------------------------	--

<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation de la couche réseau et le principe de routage</li> <li>- Définir le principe d'encapsulation</li> <li>- Définir types de routage (dynamique et statique)</li> <li>- Adressage et sous réseaux</li> </ul>
<b>MOTS CLES</b>	Adressage, Routage, Table de routage, protocoles de routage
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	<p>PRÉSENTATION DE LA COUCHE RÉSEAU</p> <p>PRINCIPE DU ROUTAGE</p> <p>TYPES DE ROUTAGE</p> <p>ADRESSAGE</p> <p>LE PROTOCOLE IP</p> <p>LES CLASSES DE RÉSEAUX</p> <p>LES PROTOCOLES DE ROUTAGE</p>
<b>VOLUME HORAIRE</b>	4.5 heures

## 1 PRESENTATION DE LA COUCHE RESEAU

La couche réseau est chargée de transporter les paquets de la source vers la destination à travers une succession de connexions physiques.

Pour atteindre la destination, il est nécessaire d'effectuer de nombreux sauts de nœud intermédiaire en nœud intermédiaire. Cette fonction est très différente de celle de la couche liaison de données, qui a le rôle de transférer des trames d'un bout à l'autre d'un câble. Cependant, la couche réseau doit être capable de choisir des chemins appropriés à travers le réseau. Les principaux services fournis par cette couche sont :

- Encapsulation/décapsulation
- Adressage
- Routage des paquets

## 2 PRINCIPLE DU ROUTAGE

Pour transférer un paquet à travers un réseau, il est nécessaire de déterminer quel itinéraire il va suivre (fonction routage), puis à chaque système intermédiaire du réseau d'aiguiller et de retransmettre ce paquet sur une liaison de données convenable (fonction acheminement).

Un système intermédiaire est un nœud de réseau possédant des fonctions de routage et de transmission des paquets en provenance des systèmes terminaux. Un système



---

intermédiaire est souvent appelé ***un routeur***. Un système terminal (appelé aussi hôte) est un système qui émet et reçoit des paquets, par exemple un ordinateur de bureau.

Les routes sont consignées dans les ***tables de routage***, incluses dans chaque système intermédiaire, mais aussi souvent dans les systèmes terminaux. Dans ces tables sont indiquées, pour chaque destination, le prochain nœud à atteindre (nœud voisin).

Ces tables de routage sont calculées par des ***algorithmes de routage*** exécutés périodiquement dans les routeurs à partir d'informations sur l'état du réseau observées par le routeur lui-même ou transmises par les autres routeurs en utilisant les protocoles de routage.

***Les protocoles de routage*** sont des protocoles de communication qui permettent aux systèmes terminaux (End Systems (ES)) et intermédiaires (Intermediate Systems (IS)) de s'échanger des informations en vue de déterminer les meilleurs routes pour les paquets. Ces informations permettent aussi aux ES et IS de découvrir dynamiquement leurs existences réciproques et leur disponibilité (signalisation de présence et de disponibilité). Ces informations sont utilisées par les algorithmes de routage pour calculer les tables de routage.

Les algorithmes de routage permettent de calculer un chemin optimisé, c'est à dire offrant la plus courte "distance", entre deux nœuds d'un réseau. Ils sous-entendent donc une "métrique" pour évaluer les "distances" et un algorithme d'optimisation. Cette "distance" peut être évaluée par le nombre de nœuds traversés, le temps de transit, le coût, la sécurité, etc. Les informations permettant de la calculer sont transmises par les protocoles de routage.

---

### 3 TYPES DE ROUTAGE

#### 3.1 ROUTAGE STATIQUE

Routage statique (ou fixe) (prédéterminé, non adaptatif) : les informations sont mises à jour manuellement par l'administrateur (lors de la configuration ou de changements topologiques)

- pas de solution de secours en cas de rupture d'un lien,
- convient uniquement pour les réseaux de taille modeste.

#### 3.2 ROUTAGE DYNAMIQUE

Routage dynamique (adaptatif, évolutif) : utilise des protocoles de routage afin de maintenir la cohérence des informations associées aux routes, son rôle n'est pas de router ; ce rôle revient à l'algorithme mis en place par le protocole retenu.

- indispensable dès que la topologie devient complexe

### 4 ADRESSAGE

---

La couche réseau assure le transport des données parmi un ensemble de réseaux (inter réseau). Les unités utilisent le système d'adressage de la couche réseau pour déterminer la destination des données pendant leur acheminement.

Les protocoles qui supportent la couche réseau utilisent un système d'adressage hiérarchique qui garantit l'unicité des adresses au-delà des limites du réseau, ainsi qu'une méthode de sélection du chemin d'acheminement des données entre les réseaux.

L'adressage hiérarchique permet aux données de circuler dans des réseaux multiples et de trouver leur destination de manière efficace. Le système téléphonique est un exemple de système d'adressage hiérarchique. Le système téléphonique utilise un indicatif régional pour diriger un appel vers son premier relais (saut). Les trois chiffres suivants représentent le central téléphonique local (deuxième saut). Les quatre derniers chiffres correspondent au numéro de l'abonné demandé (dernier saut, jusqu'à la destination).

Les unités d'un réseau ont besoin d'un système d'adressage cohérent leur permettant d'acheminer des paquets d'un réseau à un autre dans l'inter réseau (ensemble de réseaux segmentés ou non utilisant le même système d'adressage). Les unités utilisent le système d'adressage de la couche réseau pour déterminer la destination des données tout au long de leur cheminement dans l'inter réseau.

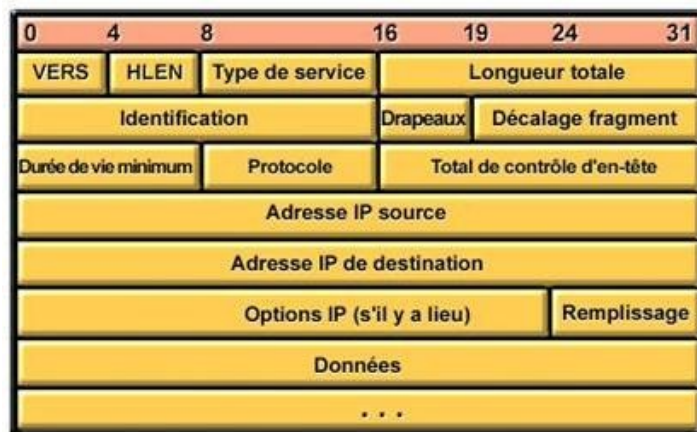
## 5LE PROTOCOLE IP

Le protocole Internet (IP) est la méthode d'adressage privilégiée des réseaux hiérarchiques. Le protocole IP est le protocole réseau d'Internet. À mesure que les données circulent vers le bas du modèle OSI, elles sont encapsulées au niveau de chaque

---

couche. Au niveau de la couche réseau, les données sont encapsulées dans des paquets (aussi appelés datagrammes). Le protocole IP détermine le format de l'en-tête IP (qui comprend les informations d'adressage et de contrôle), mais ne se préoccupe pas des données proprement dites. Il accepte tout ce qui provient des couches supérieures.

L'en-tête IP est composé de champs :



- *version* - indique la version de protocole IP utilisée (4 bits)
- *HLEN (IP header length)* - indique la longueur de l'en-tête du datagramme en mots de 32 bits (4 bits)
- *type de service* - indique l'importance qui lui a été accordé par un protocole de couche supérieure donné (8 bits)
- *longueur totale* - précise la longueur du paquet IP en entier, y compris les données et l'en-tête, en octets (16 bits)
- *identification* - contient un nombre entier qui identifie le datagramme actuel (16 bits)

- 
- *drapeaux* - un champ de 3 bits dont les 2 bits inférieurs contrôlent la fragmentation
    - un bit précise si le paquet peut être fragmenté et le second indique si le paquet est le dernier fragment d'une série de paquets fragmentés (3 bits)
  - *décalage de fragment* - ce champ sert à rassembler les fragments du datagramme (16 bits)
  - *durée de vie minimum* - un compteur qui décroît graduellement, par incréments, jusqu'à zéro. À ce moment, le datagramme est supprimé, ce qui empêche les paquets d'être continuellement en boucle (8 bits)
  - *protocole* - précise le protocole de couche supérieure qui recevra les paquets entrants après la fin du traitement IP (8 bits)
  - *total de contrôle d'en-tête* - assure l'intégrité de l'entête IP (16 bits)
  - *adresse source* - précise le nœud émetteur (32 bits)
  - *adresse de destination* - précise le nœud récepteur (32 bits)
  - *options* - permet au protocole IP de supporter différentes options, telle la sécurité (longueur variable)
  - *données* - contient de l'information de couche supérieure (longueur variable, maximum 64 Ko)

## 5.1 QU'EST-CE QU'UNE ADRESSE IP

Sur Internet, les ordinateurs communiquent entre eux grâce au protocole IP (*Internet Protocol*), qui utilise des adresses numériques, appelées **adresses IP**, composées de 4 nombres entiers (4 octets) entre 0 et 255 et notées sous la forme xxx.xxx.xxx.xxx. Par exemple, *194.153.205.26* est une adresse IP donnée sous une forme technique.

---

## 5.2 LES DIFFERENTS TYPES D'ADRESSES

Dans la plage d'adresses de chaque réseau, il y a trois types d'adresse :

- L'adresse réseau : l'adresse qui fait référence au réseau
- L'adresse de diffusion : une adresse spécifique, utilisée pour envoyer les données à tous les hôtes du réseau
- Des adresses d'hôte : des adresses attribuées aux périphériques finaux sur le réseau

**L'adresse réseau** : l'adresse réseau est généralement utilisée pour faire référence à un réseau. Par exemple, le « réseau 10.0.0.0 ». C'est un moyen plus pratique et plus représentatif d'identifier le réseau que d'employer un terme du type « le premier réseau ». Tous les hôtes du réseau 10.0.0.0 ont les mêmes bits réseau.

Dans la plage d'adresses IPv4 d'un réseau, la plus petite adresse est réservée à l'adresse réseau. Dans la partie hôte, cette adresse comporte un 0 pour chaque bit d'hôte.

**Adresse de diffusion** : l'adresse de diffusion IPv4 est une adresse spécifique, attribuée à chaque réseau. Elle permet de transmettre des données à l'ensemble des hôtes d'un réseau. Pour cela, un hôte peut envoyer un seul paquet adressé à l'adresse de diffusion du réseau.

L'adresse de diffusion correspond à la plus grande adresse de la plage d'adresses d'un réseau. Il s'agit de l'adresse dans laquelle les bits de la partie hôte sont tous des « 1 ». Pour le réseau 10.0.0.0 avec 24 bits réseau, l'adresse de diffusion serait 10.0.0.255. Cette adresse est également désignée sous le nom de diffusion dirigée.

---

**Adresses d'hôte** : chaque périphérique final nécessite une adresse unique pour remettre un paquet à un hôte. Dans les adresses IP, nous attribuons les valeurs situées entre l'adresse réseau et l'adresse de diffusion aux périphériques de ce réseau.

## 6 LES CLASSES DE RESEAUX

Les adresses IP sont réparties en classes, selon le nombre d'octets qui représentent le réseau. Le but de la division des adresses IP en trois classes A, B et C est de faciliter la recherche d'un ordinateur sur le réseau. En effet avec cette notation il est possible de rechercher dans un premier temps le réseau que l'on désire atteindre puis de chercher un ordinateur sur celui-ci. Ainsi, l'attribution des adresses IP se fait selon la taille du réseau.

### Classe A

Dans une adresse IP de classe A, le premier octet représente le réseau. Le bit de poids fort (le premier bit, celui de gauche) est à zéro, ce qui signifie qu'il y a 27 (00000000 à 01111111) possibilités de réseaux, soit 128 possibilités. Toutefois, le réseau 0 (bits valant 00000000) n'existe pas et le nombre 127 est réservé pour désigner votre machine.

Les réseaux disponibles en classe A sont donc les réseaux allant de **1.0.0.0** à **126.0.0.0** (les derniers octets sont des zéros ce qui indique qu'il s'agit bien de réseaux et non d'ordinateurs !)

Les trois octets de droite représentent les ordinateurs du réseau, le réseau peut donc contenir un nombre d'ordinateur égal à :  $2^4 - 2 = 16777214$  ordinateurs.

Une adresse IP de classe A, en binaire, ressemble à ceci :

---



**Figure 1 : Représentation de classe A**

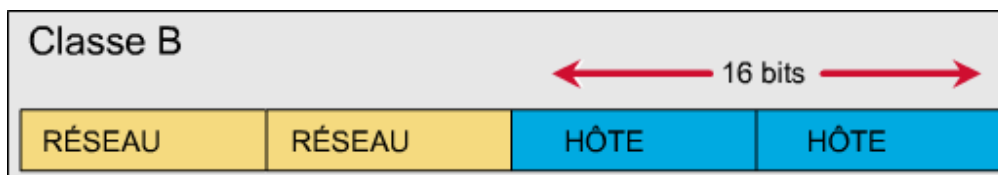
### Classe B

Dans une adresse IP de classe B, les deux premiers octets représentent le réseau.

Les deux premiers bits sont 1 et 0, ce qui signifie qu'il y a 214 (10 000000 00000000 à 10 11111111111111) possibilités de réseaux, soit 16384 réseaux possibles. Les réseaux disponibles en classe B sont donc les réseaux allant de **128.0.0.0** à **191.255.0.0**

Les deux octets de droite représentent les ordinateurs du réseau. Le réseau peut donc contenir un nombre d'ordinateurs égal à :  $2^{16}-2^1 = 65534$  ordinateurs.

Une adresse IP de classe B, en binaire, ressemble à ceci :



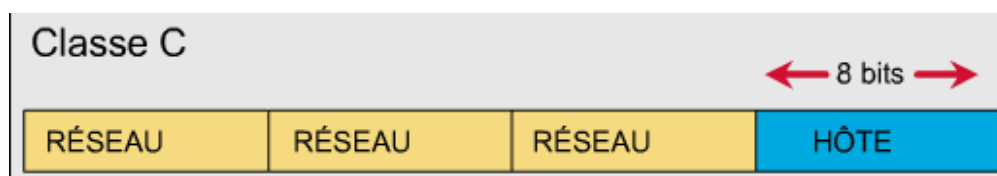
**Figure 2 : Représentation de classe B**

### Classe C



Dans une adresse IP de classe C, les trois premiers octets représentent le réseau. Les trois premiers bits sont 1,1 et 0, ce qui signifie qu'il y a 221 possibilités de réseaux, c'est-à-dire 2097152. Les réseaux disponibles en classe C sont donc les réseaux allant de **192.0.0.0** à **223.255.255.0** L'octet de droite représente les ordinateurs du réseau, le réseau peut donc contenir:  $2^8-2^1 = 254$  ordinateurs.

Une adresse IP de classe C, en binaire, ressemble à ceci :



**Figure 3: Représentation de classe C**

## 6.1 LE MASQUE DE SOUS RESEAUX

Un masque est une adresse codée sur 4 octets, soit 32 bits, Il permet de faire la séparation entre la partie réseau et la partie machine de l'adresse IP :

- La partie réseau est représentée par des bits à 1, et la partie machine par des bits à 0, le masque ne représente rien sans l'adresse IP à laquelle il est associé.

<i>Classe</i>	<i>Adresse IP</i>	<i>masque</i>
<b>A</b>	<b>N.H.H.H</b>	<b>255.0.0.0</b>
<b>B</b>	<b>N.N.H.H</b>	<b>255.255.0.0</b>
<b>C</b>	<b>N.N.N.H</b>	<b>255.255.255.0</b>

## 6.2 LES SOUS RÉSEAUX

Les administrateurs réseau doivent parfois diviser les réseaux, notamment les réseaux de grande taille, en réseaux plus petits. Appelés *sous-réseaux*, ces entités assurent une souplesse accrue au niveau de l'adressage.

## 7 LES PROTOCOLES DE ROUTAGE

Le protocole IP (Internet Protocol) est un protocole de couche réseau et, pour cette raison, il peut être routé sur un inter réseau, c'est-à-dire un réseau de réseaux. Les protocoles assurant le soutien de la couche réseau sont appelés des protocoles *routés* ou pouvant être routés.

Les protocoles de *routage* (Remarque : Ne pas confondre avec protocoles routés.) déterminent les voies qu'empruntent les protocoles routés jusqu'à leur destination. Exemples de protocoles de routage :

- 
- le protocole *RIP (Routing Information Protocol)*
  - Le protocole *IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)*
  - Le protocole *Enhanced IGRP*
  - Le protocole *OSPF (Open Shortest Path First)*.

Les protocoles de routage permettent aux routeurs connectés à Internet de créer une table interne des autres routeurs sur Internet. C'est ce qui permet le routage, c'est-à-dire choisir la meilleure voie et commuter. De telles tables font partie de la table de routage de chaque routeur.

À la couche liaison de données, un datagramme IP est encapsulé dans une trame. Le datagramme, y compris l'en-tête IP, est traité comme des données. Un routeur reçoit la trame, retire l'en-tête et vérifie l'adresse IP de destination dans l'en-tête IP. Le routeur recherche ensuite cette adresse IP dans sa table de routage, encapsule les données dans une trame de couche liaison de données et les envoie à l'interface appropriée. S'il ne trouve pas l'adresse IP de destination dans sa table, il abandonne le paquet.

Les routeurs peuvent prendre en charge de nombreux protocoles de routage indépendants et tenir plusieurs tables de routage à la fois pour des protocoles routés. Cette capacité permet au routeur d'acheminer les paquets de plusieurs protocoles routés par les mêmes liaisons de données.

---

## 7.1 LES ALGORITHMES DE ROUTAGE

Du fait de la variété des objectifs qui sont visés, il existe plusieurs types d'algorithmes de routage.

On peut citer quelques types des algorithmes de routage :

- Algorithme de Dijkstra : permet de trouver une chaîne de longueur minimale entre deux sommets d'un graphe pondéré orienté ou non.
- Algorithme à vecteur de distance de Bellman-Ford (distance vector) : Chaque routeur met à jour sa table de routage pas à pas, par échange d'information de routage (vecteurs de distance) avec ses voisins directs.
- Algorithme à d'état de lien (Link State Routing) LSP : Chaque routeur communique à tous les routeurs l'état de ses liens avec ses voisins directs.

# CHAPITRE6: LA COUCHE TRANSPORT

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec les concepts de base de la couche transport.
<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe de fonctionnement et rôle de la couche transport</li> <li>- Protocole du la couche transport</li> </ul>
<b>MOTS CLES</b>	UDP ,TCP, Détection et contrôle d'erreur, méthode de parité
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	<p><b>INTRODUCTION</b></p> <p><b>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT</b></p> <p><b>ROLE DE LA COUCHE TRANSPORT</b></p> <p><b>METHODE DE PARITE</b></p> <p><b>PROTOCOLE DU LA COUCHE TRANSPORT</b></p> <p><b>LE PROTOCOLE TCP</b></p> <p><b>LE PROTOCOLE UDP</b></p>
<b>VOLUMEHoraire</b>	1.5 heures

## 1 INTRODUCTION

La couche transport se situe au niveau 4 du modèle OSI :

- Elle utilise les services de la couche «Réseau»
- Elle fournit des services à la couche «Session».
- Les T-PDU (T pour Transport) s'appellent des **segments**.

C'est la première couche à fonctionner de bout en bout de l'émetteur au récepteur. Il s'agit de créer un circuit de communication logique entre des applications s'exécutant sur des hôtes distants.

## 2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

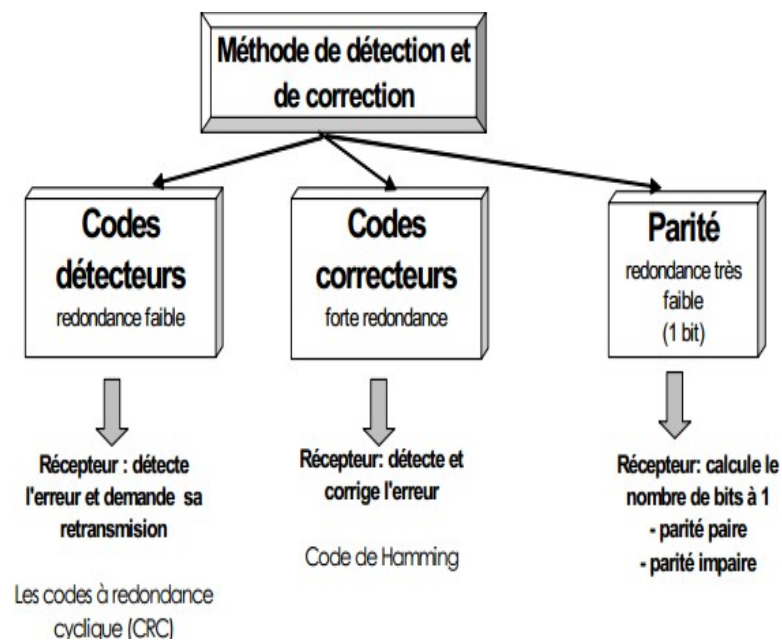
La couche transport accepte les données de la couche session, les découpe en plus petites unités, les passe à la couche réseau et s'assure que les morceaux arrivent correctement de l'autre côté.

Elle transfère les données entre applications distantes en utilisant les services de la couche Réseau (et en les améliorant).

## 3 RÔLE DE LA COUCHE TRANSPORT

Le modèle OSI décrit 5 rôles pour la couche transport :

- Mise en place de connexions et transport
- Détection d'erreurs
- Reprise sur erreur
- Multiplexage
- Contrôle de flux



### 3.1 METHODE DE PARITE

A chaque bloc de  $i$  bits ( $i=7$  ou  $8$ ), on ajoute un bit de parité de telle sorte que parmi les  $i+1$  bits émis, le nombre de bits à 1 soit toujours pair (parité paire) ou impair (parité impaire).

Exemple :

0110100 : bloc à envoyer,

---

parité paire :01101001 -----> au niveau du récepteur le nombre de 1 doit être paire,  
sinon il y a erreur.

Parité impaire :01101000 --->au niveau du récepteur le nombre de 1 doit être impaire,  
sinon il y a erreur.

Donc, à la réception, le décodeur calcule le nombre de bits 1 :

- si parité paire et nombre de bits pair alors on suppose qu'il n'y a pas d'erreur,
- si parité paire et nombre de bits impair alors il y a erreur de transmission, mais on ne sait pas la localiser et il faut donc demander la réémission de ce bloc.
- si parité impair et nombre de bits impair alors on suppose qu'il n'y a pas d'erreur,
- si parité impair et nombre de bits pair alors il y a erreur de transmission, mais on ne sait pas la localiser et il faut donc demander la réémission de ce bloc.

#### Inconvénients:

Ne permet pas de détecter  $2n$  erreurs dans le même bloc car la parité ne sera pas changé.

#### Avantage:

Elle présente une faible redondance (1 seul bit ajouté dans le message à envoyer) et elle est simple à mettre en œuvre.



## 4 PROTOCOLE DE LA COUCHE TRANSPORT

Il existe deux protocoles internet particuliers pour cette couche :

- TCP : Transport Control Protocol
- UDP : User Datagram Protocol.

### 4.1 LE PROTOCOLE TCP

TCP est un protocole de transport qui pourrait être indépendant d'IP et même s'appuyer directement sur des réseaux physiques comme ETHERNET. Cependant on le trouve toujours en relation avec IP d'où le terme **TCP/IP**.

TCP est un protocole connecté : établissement d'une connexion entre émetteur et récepteur, il existe une phase de création d'une connexion où les deux machines négocient leurs options et réservent des ressources. TCP informe les applications du succès ou de l'échec et ensuite contrôle le lien.

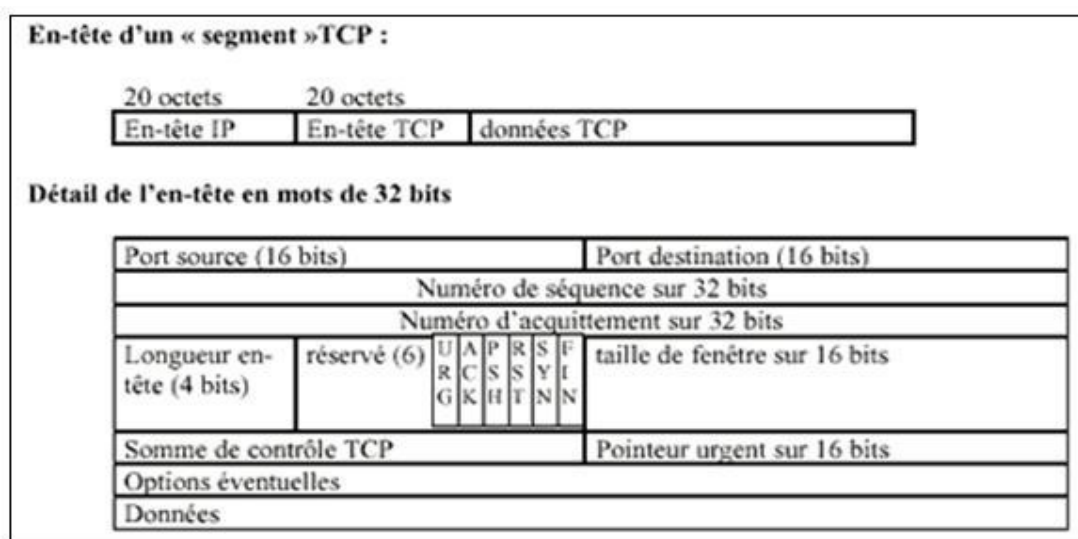
TCP va soit découper, soit rassembler dans un paquet suffisamment d'informations pour minimiser les transferts réseaux. Les unités de transfert sont appelées **SEGMENTS**.

Un paquet TCP/IP est composé de deux parties : la partie en-tête et la partie data.

L'en-tête TCP/IP contient toutes les informations que le paquet utilise sur le réseau pour circuler. Il est composé de deux parties : une partie contenant les informations utilisées pour effectuer le routage et l'adressage appelé l'en-tête IP, et une deuxième partie

---

contenant les informations concernant le protocole de transport du paquet (TCP, UDP, ICMP) appelé en-tête TCP. Cette seconde partie varie en fonction des applications qui utilisent les services du protocole TCP/IP.



*Port source* : identifie le processus source sur la machine source.

*Port destination* : identifie le processus destinataire sur la machine destinataire.

Les couples (adresses, ports) identifient les connexions. Cette combinaison s'appelle socket

*Somme de contrôle* : obligatoire, calcule sur la totalité du segment et sur le pseudo en-tête.

*Longueur de l'en-tête* en mots de 32 bits.

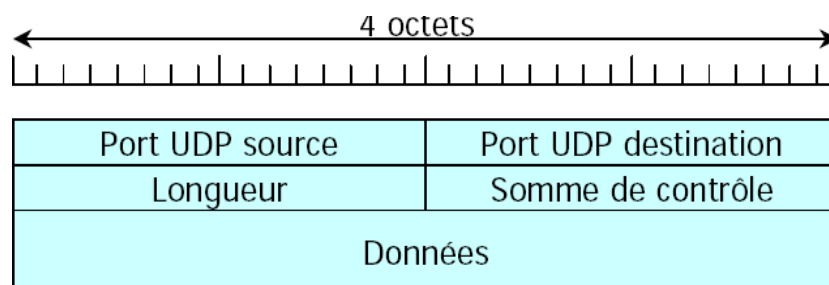
*Réservé*: 6 bits à 0.

*Options*: MSS, ...

*Le numéro de séquence* : représente le rang du premier octet de données dans le paquet depuis le début de la connexion. Ce numéro de séquence ne démarre pas à un mais à une valeur propre au système d'exploitation.

#### 4.2 LE PROTOCOLE UDP

UDP s'inscrit dans la couche 4. Il s'agit d'un transport en mode non connecté. UDP envoie des datagrammes et utilise une information complémentaire, le numéro de PORT. La trame UDP est constituée d'un numéro de port source et d'un numéro de port destination. Ce transport est en fait une succession de messages sans liens. L'application devra surveiller l'ordonnancement des messages et les problèmes de contrôle de flux qu'UDP ne gère pas. UDP est utilisé par des applications qui ne transfèrent que des petits messages, TCP étant trop coûteux pour ce genre d'opérations.



**Figure 1: Structure d'une trame UDP**

---

BOOTP et SNMP sont des applications typiques d'UDP. Chaque écriture d'une application provoque l'envoi d'un datagramme UDP. Il n'y a aucune temporisation.

- Pas de connexion avant d'émettre les messages (protocole de transport sans connexion)
- Pas de vérification de l'arrivée des messages : pas d'ordre, pas d'avertissement lors d'une mauvaise remise, pas de reprise sur erreur.
- Adapté aux données non vitales; utilisé par exemple pour les transmissions multimédia temps réel.

## CHAPITRE7: LES COUCHES HAUTES

<b>OBJECTIFS GÉNÉRAUX</b>	Au terme de cette partie, l'étudiant doit être familier avec les concepts de base des couches hautes.
<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Etudier la couche session</li><li>- Etudier la couche présentation</li><li>- Etudier la couche application</li></ul>
<b>MOTS CLES</b>	Session, sémantique, syntaxe, présentation
<b>ELEMENTS DU CONTENU</b>	INTRODUCTION LA COUCHE SESSION LA COUCHE PRÉSENTATION LA COUCHE APPLICATION
<b>VOLUME HORAIRE</b>	1.5 heures

## 7.1 INTRODUCTION

Les couches session, présentation, application constituent les couches hautes de modèle OSI et offre des services orientées vers les utilisateurs. Elles considèrent que la couche transport fournit un canal fiable de communication et ajoutent des caractéristiques supplémentaires pour les applications.

## 7.2 LA COUCHE SESSION

La couche session fournit aux entités de la couche présentation les moyens d'organiser et de synchroniser les dialogues et les échanges des données.

Le transfert de données est régi par trois phases : établissement de la session, transfert des données et libération de la session. Les primitives fournies par la couche session sont semblables à celles fournies par la couche transport à la couche session. L'ouverture d'une session nécessite la négociation de plusieurs paramètres entre les utilisateurs de l'extrémité.

Les différences entre transport et session vont se situer au niveau de la libération de la connexion. Dans le cas de transport, une primitive appelée `T_DISCONNECT.request` provoque une libération brutale de la connexion avec perte de données en cours de transfert. Dans le cas de session, une primitive appelée `S_RELEASE.request` opère une libération ordonnée de la connexion sans perte de données.

### 7.3 LA COUCHE PRESENTATION

La couche présentation s'occupe de la syntaxe et de la sémantique des informations transportées en se chargeant notamment de la représentation des données.

Par exemple sur un ordinateur à base d'un processeur de la famille des 68 000 les entiers sont représentés avec les bits de poids fort à gauche et ceux de poids faible à droite. Mais avec un processeur 8086 c'est l'inverse. Cette difficulté sera prise en compte par la couche présentation qui effectuera les opérations nécessaires à la communication correcte entre ces deux familles de machines.

### 7.4 LA COUCHE APPLICATION

La couche application donne au processus d'application le moyen d'accéder à l'environnement OSI et fournit tous les services directement utilisables par l'application, à savoir :

- Le transfert d'informations
- L'allocation de ressources
- L'intégrité et la cohérence des données accédées
- La synchronisation des applications

En fait, la couche présentation gère les programmes de l'utilisateur et définit des standards pour que les différents logiciels a adoptent les mêmes principes.

## TRAVAUX DIRIGES



---

## TD1

- 1) Donnez la différence entre un réseau local et un réseau étendu.
  - 2) Quelles sont les deux grandes configurations possibles pour un réseau
  - 3) On installe généralement un réseau pour.....des ressources.
  - 4) Citez trois ressources clé qui sont souvent partagées sur le réseau.
  - 5) Dans un réseau poste à poste, chaque ordinateur est à la fois.....et .....
  - 6) Dans une topologie en bus, tous les ordinateurs sont reliés par un même câble. Pour empêcher les signaux de rebondir, chaque extrémité du câble doit être connectée à un .....
  - 7) Quel est le rôle d'un serveur dans un réseau articulé autour d'un serveur ?
  - 8) On emploie le terme ..... pour désigner la disposition physique du réseau.
  - 9) Les quatre topologies de bases sont : ....., .....,....., .....
  - 10) Dans une topologie ....., tous les segments sont reliés à un composant central appelé.....
  - 11) Dans une topologie ....., tous les segments sont reliés à un composant central appelé.....
  - 12) Dans une topologie....., une coupure à n'importe quel endroit du câble entraîne la panne du réseau.
-

13)La topologie la plus fiable et la plus coûteuse à la fois est la topologie.....

14)Les serveurs sont dits ..... car ils ne sont pas en même temps des.....Et car il sont optimisées de façon à répondre rapidement aux demandes des.....Et à garantir la.....Des fichiers et des dossiers.

15)Quelle est la différence entre topologie physique et topologie logique

## TD2

- 1) Quelles sont les couches du modèle OSI ?
- 2) Quel est le rôle global de chaque couche ?
- 3) La couche.....s'intéresse à la sémantique des données.
- 4) La couche ..... traduit les données de façon à convertir le format et le rendre compatible avec l'application destinatrice.
- 5)

Couches OSI	Couches TCP/IP
Application	
Présentation	
Session	
Transport	
Réseau	
Liaison des données	
Physique	

- 6) TCP/IP autorise le routage et on l'emploie communément comme protocole d'.....

## TD 3

- 1) Quels sont les éléments intervenants dans la transmission. Illustrez votre réponse par un schéma clair.
- 2) Quelle est la différence entre transmission série et transmission parallèle ? donner des exemples d'utilisation pour chaque cas.
- 3) Qu'est ce qu'une technique de transmission ? donner les types de techniques de transmission que vous connaissez.

Les techniques de transmission de données adaptent au mieux les signaux aux caractéristiques des supports.

Exemple :

Codage

Modulation

- 4) Définir les codages en bande de base tout-ou-rien, NRZ, NRZI, Manchester, Manchester différentiel et Miller du signal binaire 0100 0010 1000 0111 0010.
- 5) Dresser les graphes de modulations d'amplitude, de fréquence et de phase associées.
- 6) Qu'est ce que le multiplexage ? quels en sont ses différents types ?

Le multiplexage a pour rôle de recevoir des données de plusieurs émetteurs par des

liaisons spécifiques, pour les transmettre toute ensemble sur une liaison unique appelé aussi voie composite (on dit que les données sont multiplexés). À l'autre extrémité de la liaison, il faut effectuer la démarche inverse, c'est à dire récupérer à partir des informations arrivant sur la voie composite, les données des différents utilisateurs, et les

envoyer sur les bonnes voies de sortie, cette tâche nécessite un démultiplexeur. La technique du multiplexage est très utilisée dans les réseaux d'ordinateurs et particulièrement dans le cas des réseaux étendus.

Deux techniques de multiplexages sont principalement utilisées : le multiplexage fréquentiel et le multiplexage temporel.

## TD 4

### EXERCICE 1

Soit le masque de réseau : 255.255.255.240 , les machines dont les adresses sont 192.168.45.65 et 192.168.42.12 appartiennent elles au même sous réseau au regard de ce masque.

### EXERCICE 2

Soit une entreprise disposant d'un réseau Ethernet relié à Internet. L'entreprise dispose d'une adresse IP de classe B, d'une identité réseau égale à 29 C2 (écrite en hexadécimal). Sur le réseau il y a déjà deux cents ordinateurs dont l'adresse IP a été choisie dans l'ordre croissant en commençant par 1. Vous branchez un nouvel ordinateur disposant d'une carte Ethernet d'adresse universelle 3E 98 4A 51 49 76. Proposer une adresse IP pour l'ordinateur et l'écrire sous forme décimale hiérarchique. L'ordinateur est déplacé vers un autre réseau Ethernet de la même entreprise, ce réseau étant également branché sur Internet. Est-il nécessaire de changer l'adresse de la carte Ethernet ? Est-il nécessaire de changer l'adresse IP de l'ordinateur ?

### EXERCICE 3

Complétez le tableau

Adresse IP	124.23.12.71	124.12.23.71	194.12.23.71
Masque de sous réseau	255.0.0.0	255.255.255.0	255.255.255.240
Classe	A	A	C
Adresse du réseau auquel	124.0.0.0	124.0.0.0	194.12.23.0

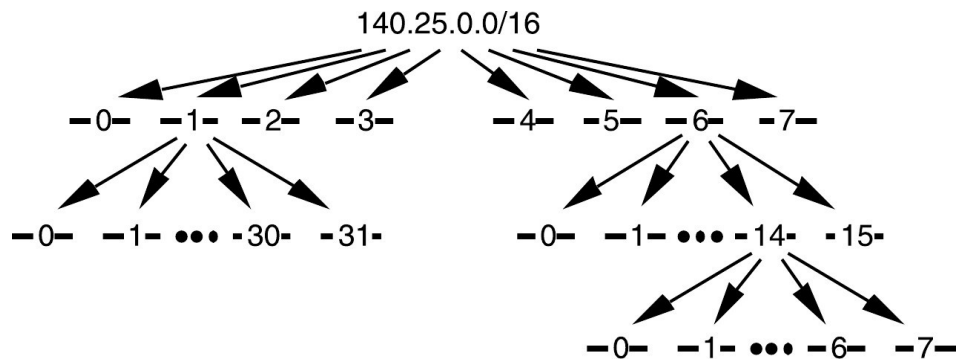
appartient la machine			
Adresse de diffusion	124.255.255.255	124.255.255.255	194.12.23.255
adresse du sous-réseau auquel appartient la machinedont l'adresse est donnée sur lapremière ligne			
Adresse de diffusion dans le sous réseau			

---

## TD 5

1. Soit l'adresse 192.16.5.133/29. Combien de bits sont utilisés pour identifier partie réseau ? Combien de bits sont utilisés pour identifier la partie hôte ?
2. Soit l'adresse 172.16.5.10/28. Quel est le masque réseau correspondant ?
3. On attribue le réseau 132.45.0.0/16. Il faut redécouper ce réseaux en 8 sous-réseaux.
  1. Combien de bits supplémentaires sont nécessaires pour définir huit sous-réseaux ?
  2. Quel est le masque réseau qui permet la création de huit sous-réseaux ?
  3. Quelle est l'adresse réseau de chacun des huit sous-réseaux ainsi définis ?
  4. Quelle est la plage des adresses utilisables du sous-réseau numéro 3 ?
  5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 4 ?
4. On attribue le réseau 200.35.1.0/24. Il faut définir un masque réseau étendu qui permette de placer 20 hôtes dans chaque sous-réseau.
  1. Combien de bits sont nécessaires sur la partie hôte de l'adresse attribuée pour accueillir au moins 20 hôtes ?
  2. Quel est le nombre maximum d'adresses d'hôte utilisables dans chaque sous-réseau ?
  3. Quel est le nombre maximum de sous-réseaux définis ?
  4. Quelles sont les adresses de tous les sous-réseaux définis ?
  5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 ?
5. On attribue le réseau 140.25.0.0/16 et on étudie le déploiement de sous-réseaux avec des masques réseau de longueur variable. Voici le schéma de découpage de ces sous-réseaux.





Pour aboutir à ce découpage en sous-réseaux, le premier travail consiste à diviser le préfixe réseau initial en 8 sous-réseaux de même taille. Parmi ces 8 sous-réseaux, le réseau numéro 1 est à nouveau découpé en 32 sous-réseaux et le réseau numéro 6 en 16 sous-réseaux. Enfin, le sous-réseau numéro 14 du dernier sous-ensemble est lui même découpé en 8 sous-réseaux.

1. Quelle est la liste des adresses des 8 sous-réseaux issus du découpage de premier niveau ?
2. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 3 ?
3. Quelle est la liste des adresses des 16 sous-réseaux obtenus à partir du sous-réseau numéro 6 ?
4. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 6 - 3 ?
5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 5 ?
6. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 6 - 14 - 2 ?
7. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 14 - 5 ?

---

## CORRECTION TD1

1) Donnez la différence entre un réseau local et un réseau étendu.

Le réseau local est limité à une entreprise, il utilise un protocole LAN comme ethernet ou Token-ring. Le réseau étendu utilise des connexions téléphoniques (RNIS) ou ADSL pour relier les différents sites

2) Quelles sont les deux grandes configurations possibles pour un réseau

- Poste à poste
- Client/serveur

3) On installe généralement un réseau pour **partager** des ressources.

4) Citez trois ressources clé qui sont souvent partagées sur le réseau.

- Accès à l'internet
- Imprimantes
- Dossier

5) Dans un réseau poste à poste, chaque ordinateur est à la fois **client** et **serveur**.

6) Dans une topologie en bus, tous les ordinateurs sont reliés par un même câble. Pour empêcher les signaux de rebondir, chaque extrémité du câble doit être connectée à un **bouchon**.

7) Quel est le rôle d'un serveur dans un réseau articulé autour d'un serveur ?

- Répondre rapidement aux demandes des clients du réseau
- Garantir la sécurité des fichiers et des dossiers

- 8) On emploie le terme **topologie physique** pour désigner la disposition physique du réseau.
- 9) Les quatre topologies de bases sont : **étoile** , **anneau** , **bus** , **maillée**
- 10) Dans une topologie en **étoile**, tous les segments sont reliés à un composant central appelé **concentrateur**..
- 11) Dans une topologie en **bus**, une coupure à n'importe que endroit du câble entraîne la panne du réseau.
- 12) La topologie la plus fiable et la plus coûteuse à la fois est la topologie en **étoile**..
- 13) Les serveurs sont dits **autonome** car ils ne sont pas en même temps des **clients**. Et car ils sont optimisées de façon à répondre rapidement aux demandes des **clients**. Et à garantir la **sécurité** des fichiers et des dossiers.
- 15) Quelle est la différence entre topologie physique et topologie logique.
  - La topologie physique : c'est la configuration spatiale , visible du réseau
  - La topologie logique : la façon de laquelle les données transitent dans les câbles.

---

## CORRECTION TD2

1) Quelles sont les couches du modèle OSI ?

- Couche application
- Couche présentation
- Couche session
- Couche transport
- Couche réseau
- Couche liaison de données
- Couche physique

2) Quel est le rôle global de chaque couche ?

Le rôle de chaque couche est d'offrir certains services à la couche immédiatement supérieure en lui évitant les détails de la réalisation de ces services.

1) La couche **présentation** s'intéresse à la sémantique des données.

2) La couche **présentation** traduit les données de façon à convertir le format et le rendre compatible avec l'application destinatrice.

3)

Couches OSI	Couches TCP/IP
Application	

Présentation	Application
Session	
Transport	Transport
Réseau	Internet
Liaison des données	Interface réseau
Physique	

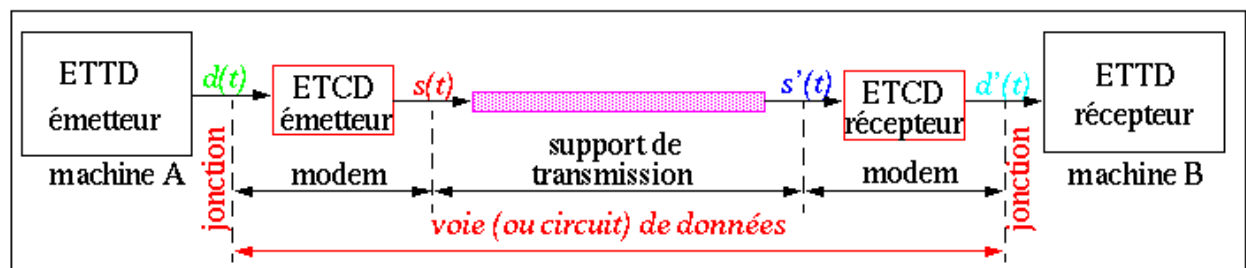
- 4) TCP/IP autorise le routage et on l'emploie communément comme protocole pour la **communication inter réseau** .

## CORRECTION TD 3

- 1) Quels sont les éléments intervenants dans la transmission. Illustrez votre réponse par un schéma clair.

Les principaux éléments sont :

- 1) L'ETCD (équipement terminal de communication de données)
  - équipement spécifique chargé d'adapter les données à transmettre au support de communication
- 2) L'ETTD (équipement terminal de traitement de données)
  - l'ordinateur !
- 3) Le support de transmission



- 2) Quelle est la différence entre transmission série et transmission parallèle ? donner des exemples d'utilisation pour chaque cas.

Transmission série : Ce mode permet de transmettre les données sur un seul support de transmission :

- 
- une fibre optique
  - un canal hertzien
  - un canal infra-rouge

La transmission se fait en émettant les bits de données les uns après les autres

Exemple : transmission entre deux PCs.

Transmission parallèle :

Les bits sont envoyés simultanément sur N voies différentes (une voie étant par exemple un fil, un câble ou tout autre support physique).

Il faut autant de lignes de transmission que de bits à transmettre

Exemple :

Transmission entre un PC et une imprimante

- 3) Qu'est ce qu'une technique de transmission ? donner les types de techniques de transmission que vous connaissez.
- 4) Définir les codages en bande de base tout-ou-rien, NRZ, NRZI, Manchester, Manchester différentiel et Miller du signal binaire 0100 0010 1000 0111 0010.
- 5) Dresser les graphes de modulations d'amplitude, de fréquence et de phase associées.
- 6) Qu'est ce que le multiplexage ? quels en sont ses différents types ?

---

## CORRECTION TD4

### EXERCICE 1

Conversion du masque en binaire :

11111111.11111111.11111111.11110000

Il suffit de faire un ET logique avec les adresses IP. Il apparait que les 3 premiers octets seront dupliques. On ne va donc effectuer l'opération que sur le dernier octet.

65 ET 240 = 01000001 ET 11110000 = 01000000 → 64

12 ET 240 = 00001100 ET 11110000 = 00000000 → 0

Les deux machines n'ont pas la même adresse de sous réseau donc n'appartiennent pas au même sous réseau.

### EXERCICE 2

L'adresse Ethernet est gérée dans la sous-couche MAC. Il n'est pas nécessaire de vérifier l'unicité de l'adresse. Celle-ci est garantie par le constructeur. Au niveau international, chaque constructeur a son préfixe et numérote ensuite chacune de ses cartes dans l'absolu. L'adresse IP est de classe B donc commence par 10. L'identité réseau s'écrit sur 14 bits : 29C2(hexadécimal) = 10 1001 1100 0010. Donc la partie réseau vaut 1010 1001 1100 0010 soit en décimal 169.194. L'identité de la machine peut être (par exemple) choisie égale à 201 (décimal). L'adresse IP est donc 169.194.0.201.

Par définition de l'adresse Ethernet : la carte a conservé son adresse. Il faut, par contre, lui donner une nouvelle adresse IP avec la nouvelle identité réseau et une nouvelle identité de machine dans ce réseau



## EXERCICE 3

Adresse IP	124.23.12.71	124.12.23.71	194.12.23.71
Masque de sous réseau	255.0.0.0	255.255.255.0	255.255.255.240
Classe	A	A	C
Adresse du réseau auquel appartient la machine	124.0.0.0	124.0.0.0	194.12.23.0
Adresse de diffusion	124.255.255.255	124.255.255.255	194.12.23.255
adresse du sous-réseau auquel appartient la machine dont l'adresse est donnée sur la première ligne	Pas de sous réseau	124.12.23.0	194.12.93.64
Adresse de diffusion dans le sous réseau	-----	124.12.23.255	193.12.93.79

## CORRECTION TD5

1. Soit l'adresse 192.16.5.133/29. Combien de bits sont utilisés pour identifier la partie réseau ? Combien de bits sont utilisés pour identifier la partie hôte ?

CORRECTION :

Address: 192.16.5.133      11000000.00010000.00000101.10000 101  
Netmask: 255.255 255.248 = 29 11111111.11111111.11111111.11111 000

Partie réseau : 29 bits - partie hôte : 3bits

2. Soit l'adresse 172.16.5.10/28. Quel est le masque réseau correspondant ?

CORRECTION :

Address: 172.16.5.10      10101100.00010000.00000101.0000 1010  
Netmask: 255.255 255.240 = 28 11111111.11111111.11111111.1111 0000

Masque réseau : 255.255.255.240

3. On attribue le réseau 132.45.0.0/16. Il faut redécouper ce réseaux en 8 sous-réseaux.
  1. Combien de bits supplémentaires sont nécessaires pour définir huit sous-réseaux ?
  2. Quel est le masque réseau qui permet la création de huit sous-réseaux ?
  3. Quelle est l'adresse réseau de chacun des huit sous-réseaux ainsi définis ?
  4. Quelle est la plage des adresses utilisables du sous-réseau numéro 3 ?
  5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 4 ?

CORRECTION :

Address: 132.45.0.0      10000100.00101101. 00000000.00000000  
Netmask: 255.255.0.0 = 16 11111111.11111111. 00000000.00000000

1. Pour découper l'adresse réseau de départ en huit sous-réseaux, 3 bits supplémentaires sont nécessaires ( $2^3 = 8$ ).
2. Le nouveau masque réseau est 255.255.224.0
3. Address: 132.45.0.0      10000100.00101101.000 00000.00000000
4. Netmask: 255.255.224.0 = 19 11111111.11111111.111 00000.00000000
5. Pour obtenir la liste des huit adresses de sous-réseaux, on construit la table des combinaisons binaires sur les 3 bits supplémentaires du masque réseau.

Numéro 0 : 10000100.00101101.000 00000.00000000 soit 132.45.0.0

Numéro 1 : 10000100.00101101.001 00000.00000000 soit 132.45.32.0

Numéro 2 : 10000100.00101101.010 00000.00000000 soit 132.45.64.0

Numéro 3 : 10000100.00101101.011 00000.00000000 soit 132.45.96.0

Numéro 4 : 10000100.00101101.100 00000.00000000 soit 132.45.128.0

Numéro 5 : 10000100.00101101.101 00000.00000000 soit 132.45.160.0

Numéro 6 : 10000100.00101101.110 00000.00000000 soit 132.45.192.0

Numéro 7 : 10000100.00101101.111 00000.00000000 soit 132.45.224.0

6. Adresse du sous-réseau numéro 3 : 132.45.96.0

7. Network:	132.45.96.0/19	10000100.00101101.011 00000.00000000
8. HostMin:	132.45.96.1	10000100.00101101.011 00000.00000001
9. HostMax:	132.45.127.254	10000100.00101101.011 11111.11111110

10. Adresse de diffusion du sous-réseau numéro 4 : 132.45.159.255

11. Network:	132.45.128.0/19	10000100.00101101.100 00000.00000000
12. HostMin:	132.45.128.1	10000100.00101101.100 00000.00000001
13. HostMax:	132.45.159.254	10000100.00101101.100 11111.11111110
14. Broadcast:	132.45.159.255	10000100.00101101.100 11111.11111111

4. On attribue le réseau 200.35.1.0/24. Il faut définir un masque réseau étendu qui permette de placer 20 hôtes dans chaque sous-réseau.
  1. Combien de bits sont nécessaires sur la partie hôte de l'adresse attribuée pour accueillir au moins 20 hôtes ?
  2. Quel est le nombre maximum d'adresses d'hôte utilisables dans chaque sous-réseau ?
  3. Quel est le nombre maximum de sous-réseaux définis ?
  4. Quelles sont les adresses de tous les sous-réseaux définis ?
  5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 ?

#### CORRECTION :

1. Il est nécessaire de réserver un minimum de 5 bits pour pouvoir définir au moins 20 adresses d'hôte. Sachant que l'espace total d'adressage occupe 32 bits, il reste 27 bits pour la partie réseau ( $32 - 5 = 27$ ).
2. La relation entre le nombre de bits (n) de la partie hôte d'une adresse IPv4 et le nombre d'adresses utilisables est :  $2^n - 2$ . Les deux combinaisons retirées sont l'adresse de réseau (tous les bits de la partie hôte à 0) et l'adresse de diffusion

---

(tous les bits de la partie hôte à 1).

Dans le cas présent, avec 5 bits d'adresses pour la partie hôte, le nombre d'adresses utilisables est 30 ( $2^5 - 2 = 30$ ).

3. Le masque du réseau attribué occupe 24 bits et le masque étendu 27 bits (voir question précédente). Le codage des adresses de sous-réseau utilise donc 3 bits. Avec 3 bits, on peut coder 8 ( $2^3$ ) combinaisons binaires soit 8 sous-réseaux.
4. Pour obtenir la liste des huit adresses de sous-réseaux, on construit la table des combinaisons binaires sur les 3 bits supplémentaires du masque réseau.

Numéro 0 : 11001000.00100011.00000001.000 00000 soit 200.35.1.0

Numéro 1 : 11001000.00100011.00000001.001 00000 soit 200.35.1.32

Numéro 2 : 11001000.00100011.00000001.010 00000 soit 200.35.1.64

Numéro 3 : 11001000.00100011.00000001.011 00000 soit 200.35.1.96

Numéro 4 : 11001000.00100011.00000001.100 00000 soit 200.35.1.128

Numéro 5 : 11001000.00100011.00000001.101 00000 soit 200.35.1.160

Numéro 6 : 11001000.00100011.00000001.110 00000 soit 200.35.1.192

---

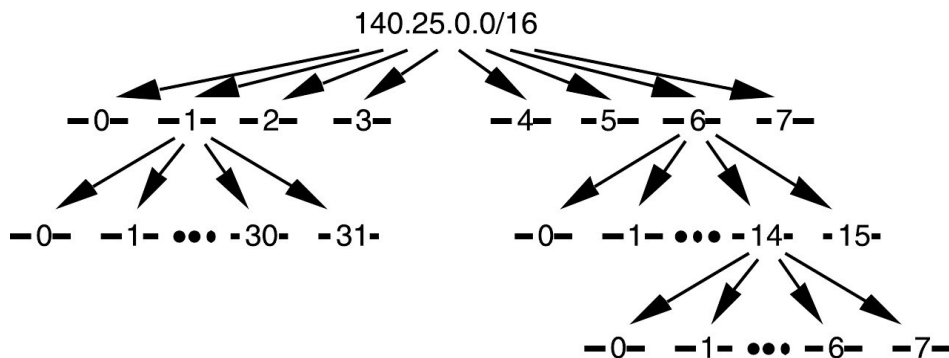
Numéro 7 : 11001000.00100011.00000001.111 00000 soit 200.35.1.224

5. L'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 correspond à la combinaison binaire pour laquelle tous les bits de la partie hôte sont à 1 et l'adresse réseau 200.35.1.64.

6. Address:	200.35.1.64	11001000.00100011.00000001.010 00000
7. Netmask:	255.255 255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111 00000
8. Broadcast:	200.35.1.95	11001000.00100011.00000001.010 11111

Cette adresse de diffusion correspond à l'adresse du sous-réseau suivant moins 1. Partant de l'adresse du sous-réseau numéro 3 : 200.35.1.96 on enlève 1 pour obtenir l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 2 : 200.35.1.95.

5. On attribue le réseau 140.25.0.0/16 et on étudie le déploiement de sous-réseaux avec des masques réseau de longueur variable ou VARIABLE LENGTH SUBNET MASK(VLSM). Voici le schéma de découpage de ces sous-réseaux.



Pour aboutir à ce découpage en sous-réseaux, le premier travail consiste à diviser le préfixe réseau initial en 8 sous-réseaux de même taille. Parmi ces 8 sous-réseaux, le réseau numéro 1 est à nouveau découpé en 32 sous-réseaux et le réseau numéro 6 en 16 sous-réseaux. Enfin, le sous-réseau numéro 14 du dernier sous-ensemble est lui même découpé en 8 sous-réseaux.

1. Quelle est la liste des adresses des 8 sous-réseaux issus du découpage de premier

---

niveau ?

2. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 3 ?
3. Quelle est la liste des adresses des 16 sous-réseaux obtenus à partir du sous-réseau numéro 6 ?
4. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 6 - 3 ?
5. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 5 ?
6. Quelle est la plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 6 - 14 - 2 ?
7. Quelle est l'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 14 - 5 ?

**CORRECTION :**

1. La masque du réseau attribué occupe 16 bits et il faut utiliser 3 bits supplémentaires pour définir 8 sous-réseaux. On liste donc les adresses des réseaux obtenus avec un masque sur 19 bits.

Numéro 0 : 10001100.00011001.000 00000.0000000 soit 140.25.0.0

Numéro 1 : 10001100.00011001.001 00000.0000000 soit 140.25.32.0

Numéro 2 : 10001100.00011001.010 00000.0000000 soit 140.25.64.0

Numéro 3 : 10001100.00011001.011 00000.0000000 soit 140.25.96.0

Numéro 4 : 10001100.00011001.100 00000.0000000 soit 140.25.128.0

---

Numéro 5 : 10001100.00011001.101 00000.00000000 soit 140.25.160.0

Numéro 6 : 10001100.00011001.110 00000.00000000 soit 140.25.192.0

Numéro 7 : 10001100.00011001.111 00000.00000000 soit 140.25.224.0

2. La plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 3 (140.25.96.0/19 est obtenue en ajoutant 1 à l'adresse de ce réseau et en soustrayant 2 à l'adresse du réseau suivant.

3. Network: 140.25.96.0/19 10001100.00011001.011 00000.00000000  
4. HostMin: 140.25.96.1 10001100.00011001.011 00000.00000001  
5. HostMax: 140.25.127.254 10001100.00011001.011 11111.11111110

6. La masque du sous-réseau numéro 6 occupe 19 bits et il faut utiliser 4 bits supplémentaires pour définir 16 sous-réseaux. On liste donc les adresses des réseaux obtenus avec un masque sur 23 bits.

Numéro 00 : 10001100.00011001.1100000 0.00000000 soit 140.25.192.0

Numéro 01 : 10001100.00011001.1100001 0.00000000 soit 140.25.194.0

Numéro 02 : 10001100.00011001.1100010 0.00000000 soit 140.25.196.0

Numéro 03 : 10001100.00011001.1100011 0.00000000 soit 140.25.198.0

---



Numéro 04 : 10001100.00011001.1100100 0.00000000 soit 140.25.200.0

Numéro 05 : 10001100.00011001.1100101 0.00000000 soit 140.25.202.0

Numéro 06 : 10001100.00011001.1100110 0.00000000 soit 140.25.204.0

Numéro 07 : 10001100.00011001.1100111 0.00000000 soit 140.25.206.0

Numéro 08 : 10001100.00011001.1101000 0.00000000 soit 140.25.208.0

Numéro 09 : 10001100.00011001.1101001 0.00000000 soit 140.25.210.0

Numéro 10 : 10001100.00011001.1101010 0.00000000 soit 140.25.212.0

Numéro 11 : 10001100.00011001.1101011 0.00000000 soit 140.25.214.0

Numéro 12 : 10001100.00011001.1101100 0.00000000 soit 140.25.216.0

Numéro 13 : 10001100.00011001.1101101 0.00000000 soit 140.25.218.0

---

Numéro 14 : 10001100.00011001.1101110 0.00000000 soit 140.25.220.0

Numéro 15 : 10001100.00011001.1101111 0.00000000 soit 140.25.222.0

7. La plage des adresses utilisables pour le sous-réseau numéro 6 - 3 (140.25.198.0/23) est obtenue en ajoutant 1 à l'adresse de ce réseau et en soustrayant 2 à l'adresse du réseau suivant.

8. Network: 140.25.198.0/23 10001100.00011001.1100011 0.00000000  
9. HostMin: 140.25.198.1 10001100.00011001.1100011 0.00000001  
10. HostMax: 140.25.199.254 10001100.00011001.1100011 1.11111110

11. L'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 5 est obtenue en soustrayant 1 à l'adresse du sous-réseau numéro 6 - 6.

12. Network: 140.25.202.0/23 10001100.00011001.1100101 0.00000000  
13. Broadcast: 140.25.203.255 10001100.00011001.1100101 1.11111111

14. L'adresse du sous-réseau numéro 6 - 14 est donnée dans la liste ci-dessus : 140.25.220.0/23. Comme ce sous-réseau est lui-même découpé en 8 nouveaux sous-réseaux, le masque occupe 26 bits. En suivant la même méthode que dans les cas précédents, on obtient l'adresse du sous-réseau numéro 6 - 14 - 2 : 140.25.220.128/26. On en déduit la plage des adresses utilisables.

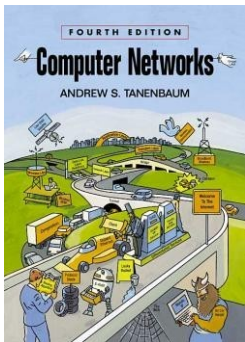
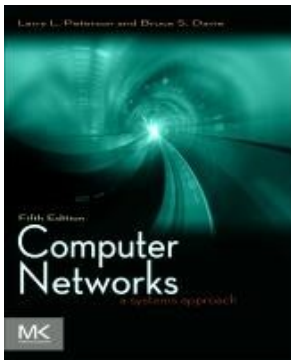

15. Network: 140.25.220.128/26 10001100.00011001.11011100.10 000000  
16. HostMin: 140.25.220.129 10001100.00011001.11011100.10 000001  
17. HostMax: 140.25.220.190 10001100.00011001.11011100.10 111110




18. L'adresse de diffusion du sous-réseau numéro 6 - 5 est obtenue en soustrayant 1 à l'adresse du sous-réseau numéro 6 - 14 - 6.

19. Network: 140.25.221.64/26 10001100.00011001.11011101.01 000000  
20. Broadcast: 140.25.221.127 10001100.00011001.11011101.01 111111

---

## BIBLIOGRAPHIE

		
---	---	---

	<b>Titre</b> <b>Maison d'édition</b> <b>Auteur</b> <b>Année</b>	: "Computer Networks, 4th ed "  : Pearson Education  : A.Tanenbaum  : 2003
	<b>Titre</b> <b>Maison d'édition</b> <b>Auteur</b> <b>Année</b>	: " Computer Networks, 4th edition "  : Morgan Kaufmann  : L.L. Peterson, B.S. Davie  : 2007
	<b>Titre</b> <b>Maison d'édition</b> <b>Auteur</b> <b>Année</b>	: "Architecture des réseaux "  : Pearson Education  : D. Dromard, D. Seret  : 2006

