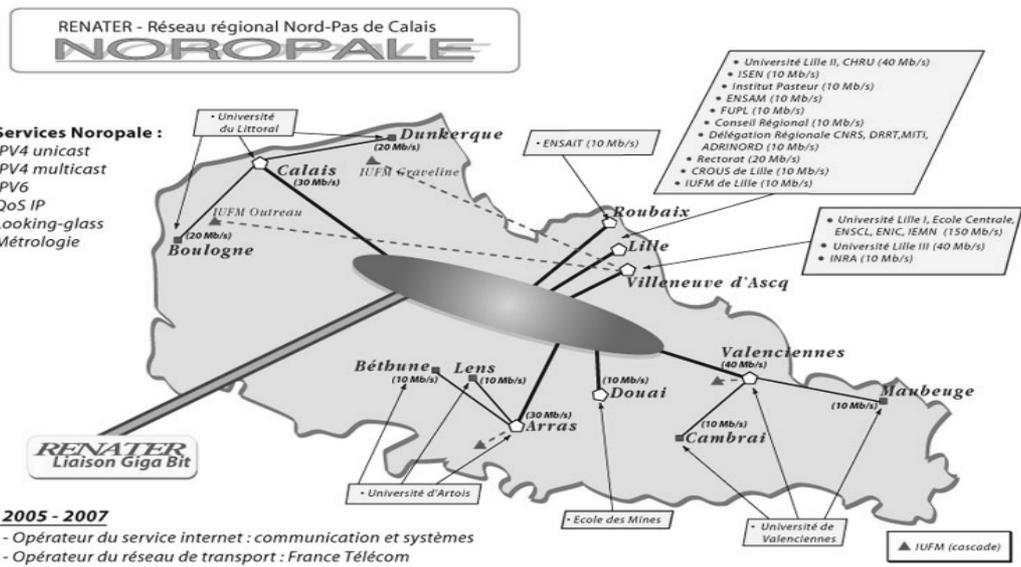
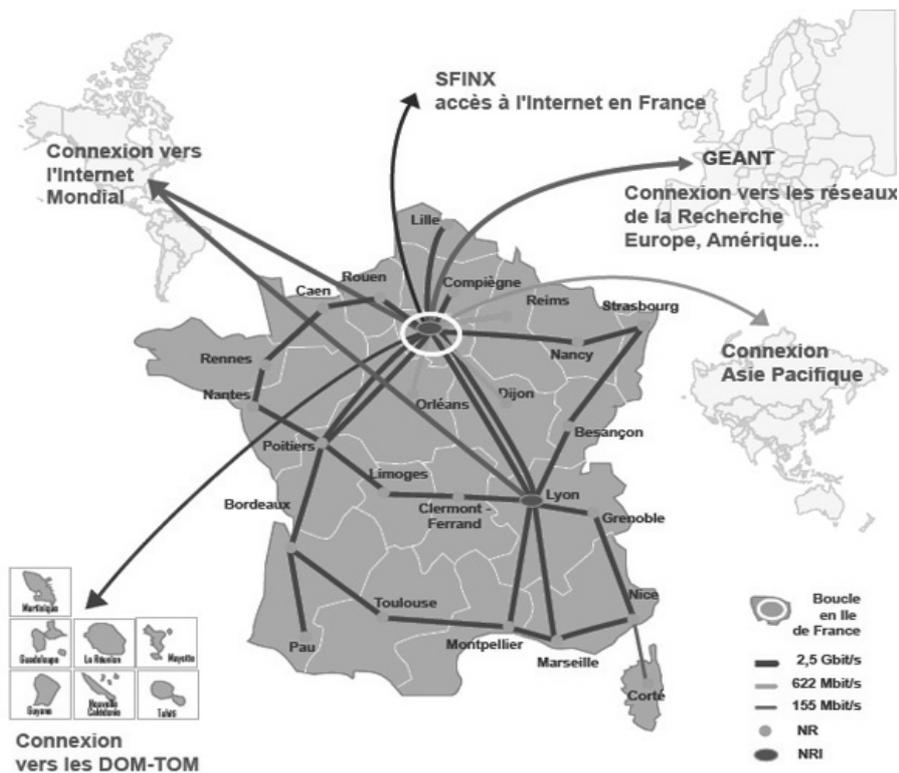
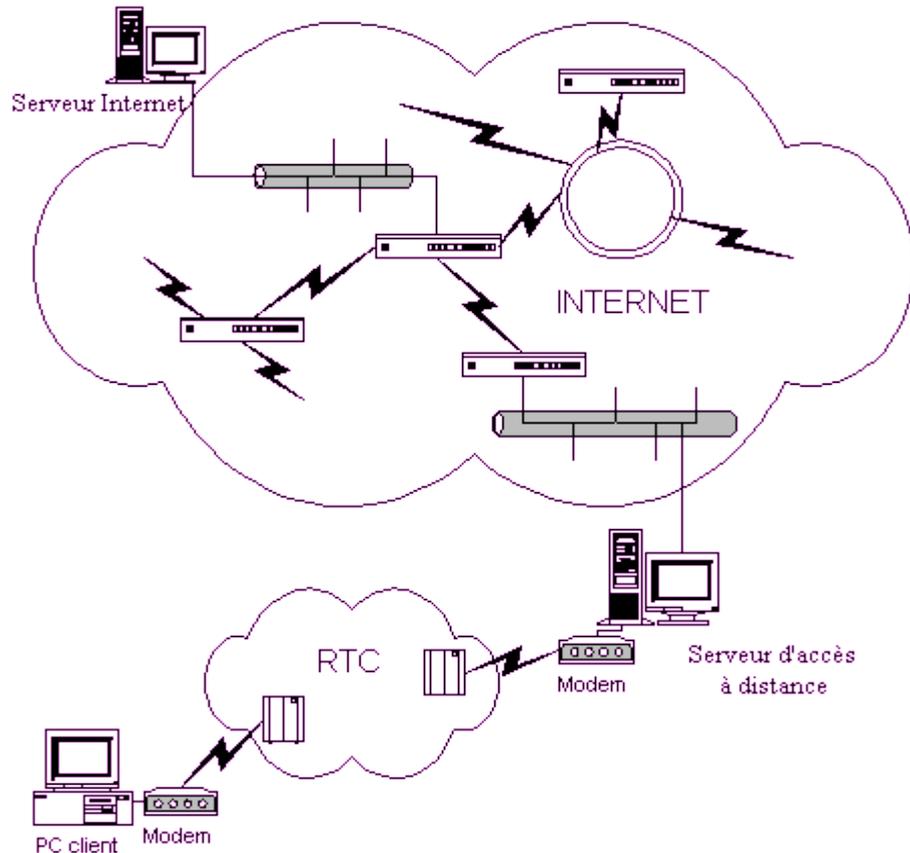


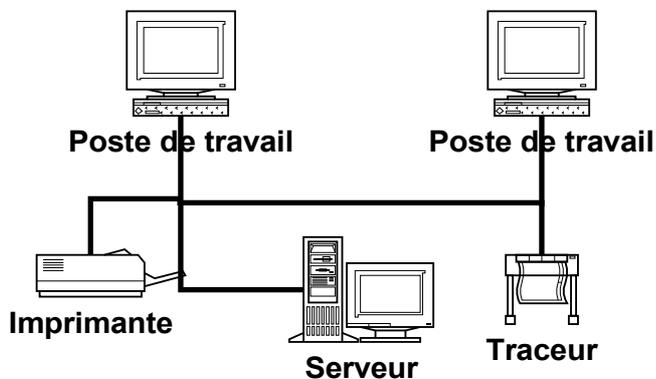
# Renater: Réseau National de l'Enseignement et de la Recherche



Connexion à Internet via un fournisseur d'accès: FAI ou ISP



## Les Réseaux : Architecture



- Partage de ressources entre les différentes machines
- Consultation de bases de données
- Transfert de fichiers ...
- Règles pour gérer les dialogues: protocoles et normes

Réseaux locaux: LAN  
Local Area Network

Réseaux étendus: WAN  
Wide Area Network

Les réseaux peuvent être classés selon leurs tailles, leurs modes de communication, leurs fonctionnements ou leurs débits.

**LAN** : en général le support physique ou média est constitué de paires torsadées cependant on voit émerger de plus en plus le WiFi.

**MAN** : Métropole Area Network: les réseaux métropolitains utilisent la fibre optique.

**WAN** : Ce réseau étendu est en général le Réseau du transporteur ou opérateur.

Un réseau de communication est composé de de **noeuds** et de **liens**.

Un noeud désigne un équipement terminal de communication ou un équipement de gestion de la transmission, par exemple un commutateur ou un multiplexeur.

La topologie **physique** décrit comment les différents noeuds sont reliés entre eux tandis que la topologie **logique** décrit comment l'information est transmise.

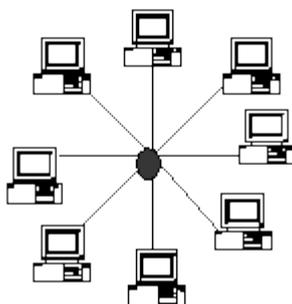
On distingue:

\* **Réseau point à point**: l'information est émise d'un terminal à un autre directement ou après avoir traversé un ou plusieurs noeuds(pas de terminaux).

Les réseaux à commutation ont cette topologie:

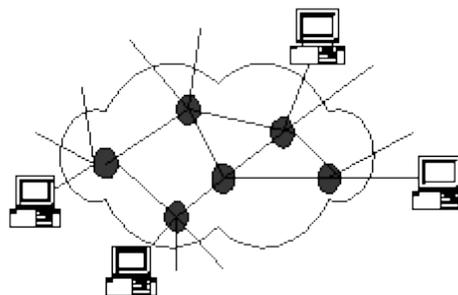
RTC (liaison momentanée), X25 Transpac, Rnis Numeris, Ethernet commuté(2 stations reliées au même switch)

## Topologie en étoile



une déconnexion est possible sans affecter le reste du Réseau

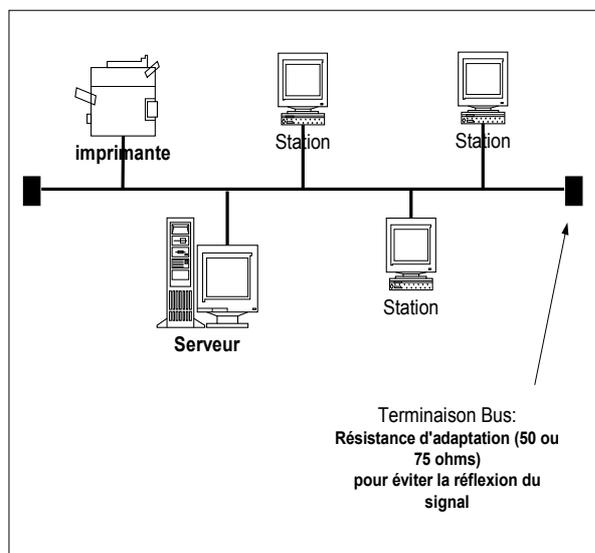
## Topologie maillée



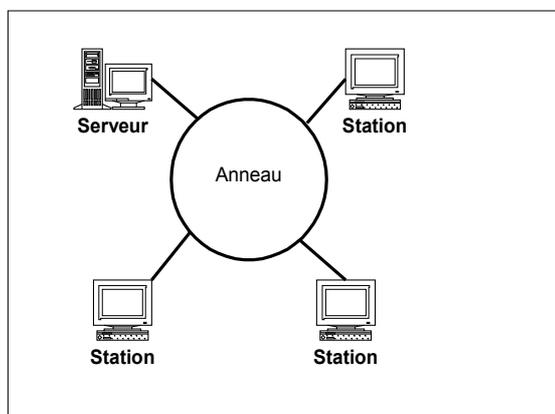
Le chemin choisi par les commutateurs est dépendant de l'encombrement du réseau; Ce n'est pas une liaison permanente.

- **Réseau à diffusion broadcast**: l'information émise d'un terminal peut être reçue par différents terminaux( Multicast) ou tous les terminaux (broadcast). Les différents terminaux se partagent le même support. Il faut donc gérer l'accès au média et les collisions.

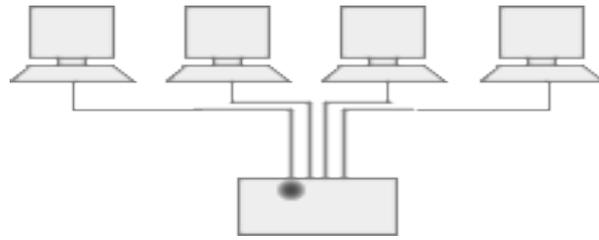
**Topologie bus**: 10B2, 10B5, Token Bus, AppleTalk



**Topologie Anneau**: Token Ring, FDDI



## Topologie logique en anneau et physique en étoile

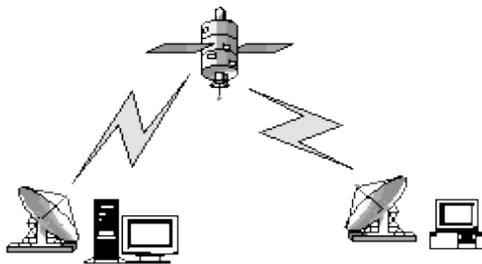


En réalité, dans une topologie anneau, les ordinateurs ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur (appelé MAU, Multistation Access Unit) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en allouant à chacun d'entre-eux un temps de parole. C'est une **topologie logique en anneau** et une **topologie physique en étoile**.

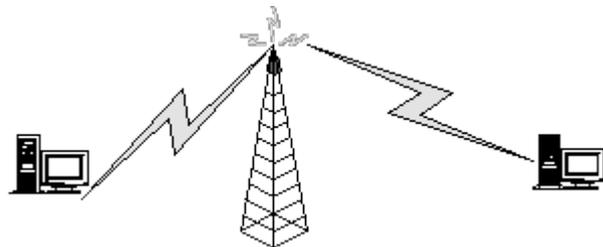
Ex : TokenRing, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) double anneau.

Un réseau concentré autour d'un HUB est un **réseau physique en étoile ayant une topologie bus du point de vue logique**.

Topologie satellite



Topologie radio



## Méthodes d'accès au support (Medium Access Control)

Les méthodes d'accès correspondent à la sous couche MAC de la couche 2 du modèle OSI.

### Accès par élection:

La gestion de l'accès au support est gérée par un arbitre fixe (gestion centralisée) ou par l'ensemble des stations (gestion distribuée).

ex: **Méthode du jeton (token ou Round Robin)**

Un jeton libre (séquence de bits prédéfinie) circule librement sur le réseau.

Toute station désirant émettre doit d'abord s'emparer du jeton, émettre son message puis renvoyer le jeton à la station suivante.

Il n'y a pas de collisions, les risques de saturation sont faibles mais cette méthode provoque des temps d'attente non négligeables.

Cette méthode est **déterministe**.

Elle nécessite une station de contrôle pour :

- émettre un jeton à la mise sous tension ;
- surveiller l'unicité du jeton et éliminer les jetons parasites.

### Accès par compétition :

Chaque station peut émettre dès qu'elle le désire (méthode aléatoire) ce qui implique un risque de conflits et donc des procédures de résolution de ces conflits.

ex: CSMA/CD : Accès multiple avec détection de collisions

Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection

Avant d'envoyer un message, une station désirant émettre commence par écouter si aucun message ne transite sur le réseau. Ensuite le message est envoyé, mais la station reste à l'écoute car il est possible qu'une collision se produise si une autre station envoie une trame en même temps.

Dans ce cas, au moment où elles s'aperçoivent de la collision, elles cessent la transmission.

Chaque station attend un temps aléatoire et relance le processus.

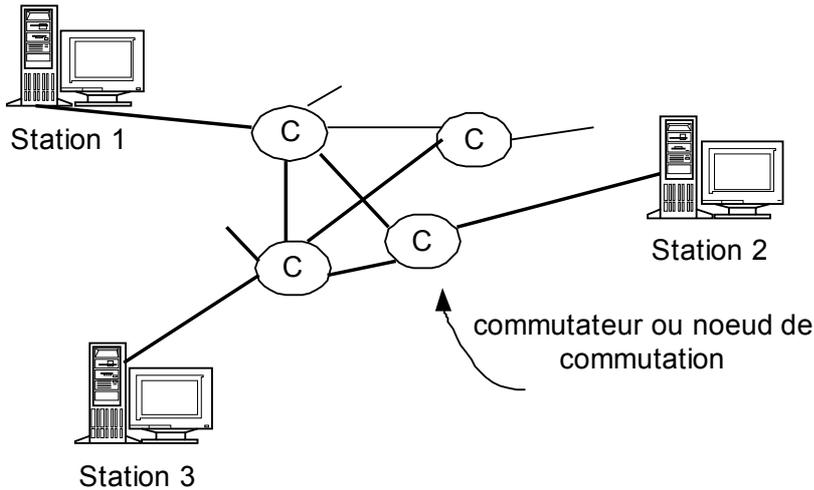
Cette méthode est **non déterministe**: elle ne permet pas de prévoir l'instant exact où une station aura accès au support.

Le taux de collisions dépend du nombre de stations et de la charge du réseau.

Un fonctionnement optimal est donné pour une charge de 40 % de la capacité du réseau.

Norme	Accès	Type	Exemple
802.3	CSMA/CD	Aléatoire	Ethernet 100BT
802.4	Jeton sur bus	Déterministe	Token Bus
802.5	Jeton sur anneau	Déterministe	Token Ring

## Réseaux à commutation



Ce type de réseau **maillé**, généralement public, est formé d'ETTD interconnectés par des lignes de communication. Les commutateurs sont chargés de trouver un chemin entre les stations communicantes: utilisation ponctuelle des ressources réseaux. En opposition avec réseau local où les liaisons sont permanentes.

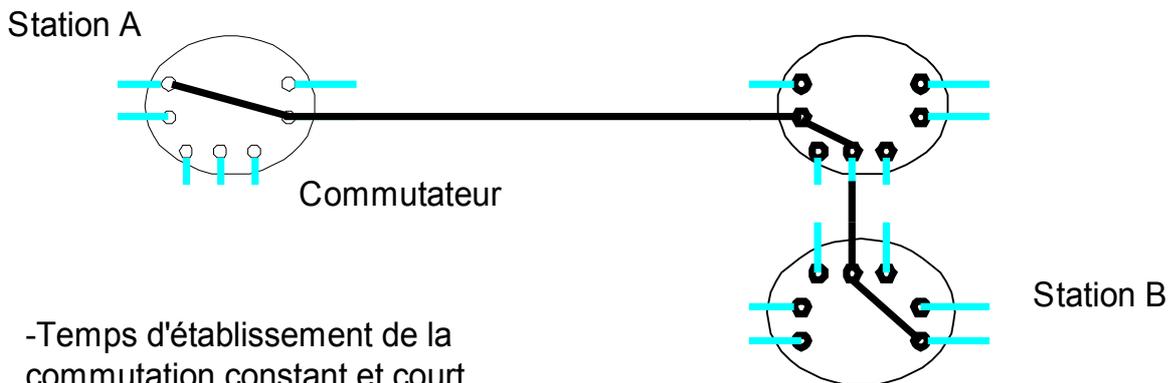
### **Réseaux à commutation de circuits** ( RTC téléphone)

Mode connecté: connexion (circuit) avant toute transmission entre 2 points.

Intérêt: vitesse de transmission garantie; une fois le circuit établi, aucune activité réseau ne diminuera la capacité de transmission

- **Commutation de circuits:** principalement utilisée sur réseaux téléphoniques

Les données sont transmises sur un circuit établi provisoirement entre 2 ETTD



- Temps d'établissement de la commutation constant et court
- format d'informations libres
- pas de stockage des informations
- taux de connexion et d'activité faibles

### Réseaux à commutation de messages: Telex, Email

Un message est un bloc d'informations: ligne de commande, fichier.

Le message doit être complet pour passer d'un commutateur à un autre.

Mode connecté ou non.

Taux de connexion faible.

Taux d'activité fonction de la longueur du message.

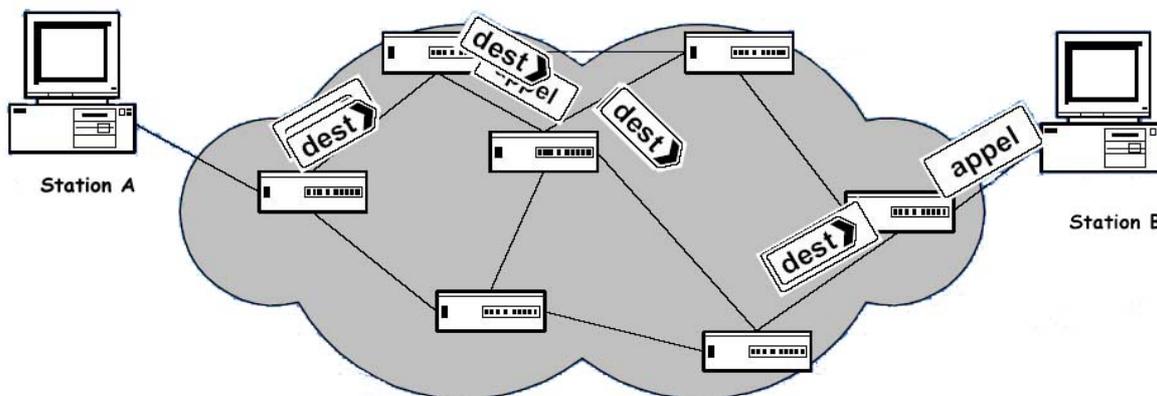
Taux d'erreur augmentant avec la longueur du message.

### Réseaux à commutation de paquets en mode connecté: Transpac:x25

Le message est découpé en paquets qui sont transmis de commutateur en commutateur. Tous les paquets suivent le même chemin et sont remis au destinataire dans l'ordre où ils ont été émis.

#### Applications:

- Transmission de données entre les agences bancaires et un centre informatique
- Serveurs télématiques pour Minitel



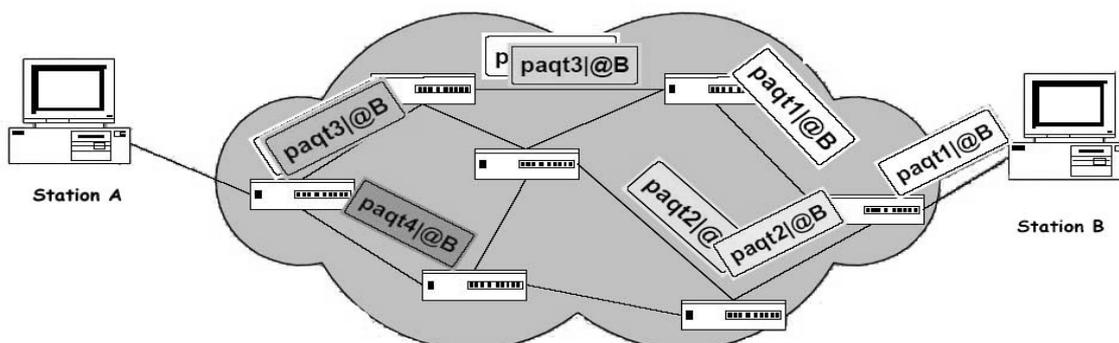
### Réseaux à commutation de paquets en mode Non connecté:

Internet Protocol

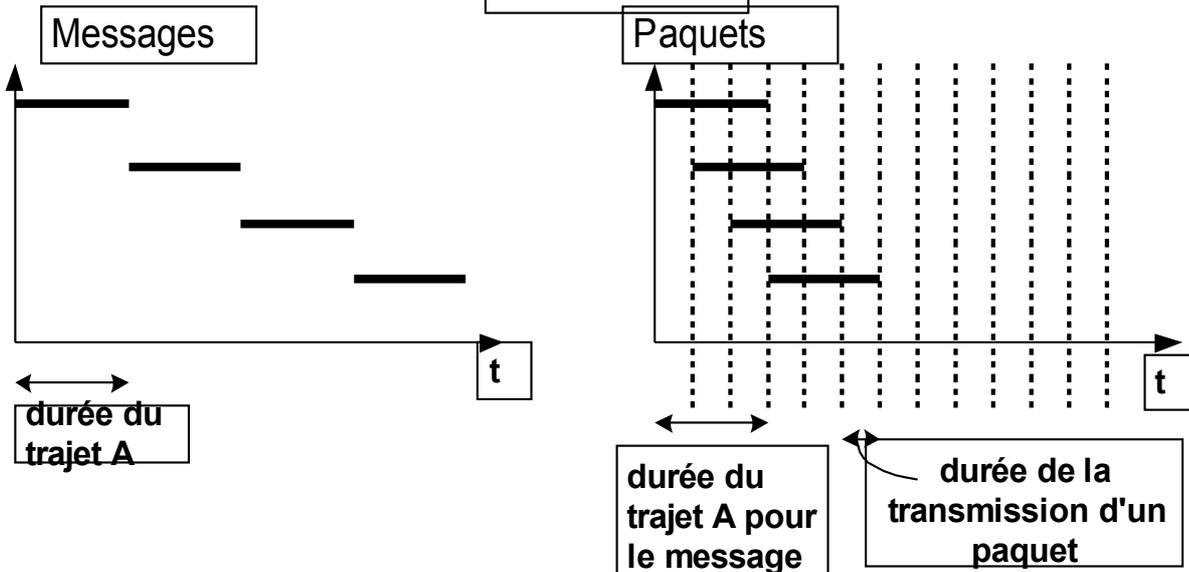
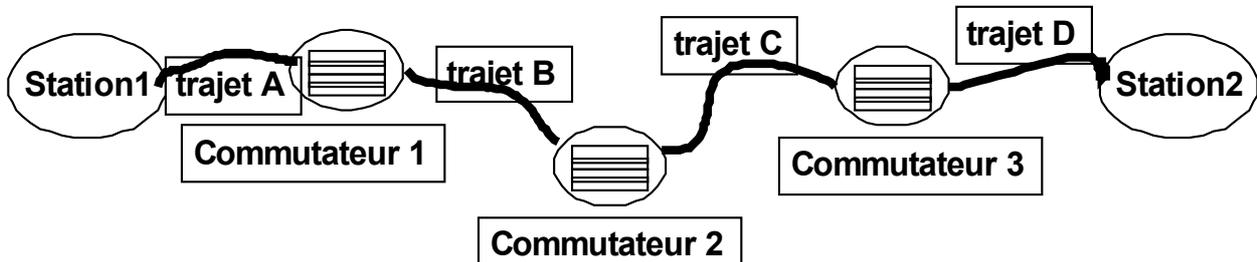
Le message est découpé en paquets qui sont transmis de commutateur en commutateur sans vérifier à l'avance si l'équipement destination est actif.

Les paquets de données sont transmis l'un après l'autre.

Chacun trouve son chemin; il comporte l'adresse du destinataire et un numéro d'ordre. A l'arrivée dans un commutateur un paquet est mémorisé en attendant que le tampon du commutateur suivant soit libre: Les tampons d'un commutateur peuvent donc contenir des paquets issus de différents messages



## Commutation de messages ou de paquets



durée = durée du message \*  
(nbre de commutateurs + 1)

durée = durée du message + (nbre de  
commutateurs \* durée d'un paquet)

message de 1000 octets décomposable en paquets de 100 à 9600 bit/s  
 $t_1 = (1000 * 8 / 9600) * 4 = 3.33s$        $t_2 = (1000 * 8 / 9600) + (3 * 100 * 8 / 9600) = 1.08s$

## **ATM** Asynchronous Transfer Mode:

Technologie unique pour tous les types de flux( téléphone,vidéo,données informatiques) et tous types de débits et de distance

ATM utilise le multiplexage temporel et fonctionne en **Mode connecté**

ATM utilise une commutation de cellules de taille fixe: 53 octets (5 octets d'entête et 48 de données).

<b>Couche</b>	<b>Fonction</b>
couche AAL (Adaptation Layer)	transformation d'un flux précis en cellules
couche ATM	gestion des cellules - multiplexage & commutation
couche physique	adaptation au support physique paires torsadées ou fibre optique 155- 622Mbps - codage

### **IP sur ATM**

#### **E LAN ou LANE réseau LAN émulé (virtuel)**

Les paquets IP sont encapsulés dans des cellules ATM ; les opérateurs annoncent souvent le débit ATM qui est 10 à 20% supérieur au débit IP. En simplifiant à l'extrême un modem ADSL(niveau 1) peut être considéré comme un terminal ATM(niveau 2).

Un LIS (Logical IPSubnet) est composé des éléments suivants :

- un certain nombre de clients (machines hôtes, routeurs)
- Un serveur de résolution d'adresses ATM-ARP Server gérant la résolution d'adresse normalement assurée par broadcast avec le protocole ARP.
- Ce mécanisme appelé **Classical IP** reste lié au protocole IP. Pour le résumer, s'attachant au seul protocole IP il consiste à supprimer le mécanisme de **broadcasts** de ce réseau pour permettre de s'appuyer nativement sur le mode circuit d'ATM.
- Afin de réaliser une communication inter-LIS sans passer par un routeur (ce qui induit des délais importants), existe le protocole NHRP (Next Hop Routing Protocol) mettant en oeuvre des serveurs NHS (Next Hop Server) qui permet à deux noeuds appartenant à des sous-réseaux différents (donc des LIS différents) de communiquer directement.

### **Réseau local**

Une tendance actuelle est donc d'utiliser l'ATM lors de l'extension du réseau. Cette solution permet de profiter de la qualité de services et de la gestion du trafic de ATM. Un commutateur multicouche avec des ports Ethernet et un port ATM est préférable afin de créer une BAcKBone (dorsale) haut débit. Ce commutateur intègre la partie de contrôle IP et l'aiguillage ATM.

### **10GigaEthernet-- ATM**

Aujourd'hui des expérimentations de réseau MAN GigaEthernet Gbps ont lieu .

Le 10 Gigabit Ethernet ne fonctionne que sur de la fibre optique, et seulement en mode alterné simultané: Plus de collisions: moins de gestion.

Avec ce nouveau standard, Ethernet ne vise plus uniquement le marché LAN mais aussi les marchés MAN et WAN.

<http://www.htr.ups-tlse.fr/pedagogie/cours/reshd/atm/concepts.htm>

<http://www.altinea.com/techno/ATM-bases>

<http://www.locoche.net/atm.php>

## Pour comparer ces différents types de commutation:

### - intensité du trafic ou taux de connexion:

l'intensité E exprimée en Erlangs

$$E = \frac{N * T}{3600}$$

N : nombre de sessions à l'heure  
T: durée moyenne des sessions en seconde

E caractérise le volume du trafic pendant une heure

### - taux d'activité exprimé en %

$$\sigma = \frac{T_t}{T}$$

Tt : temps de transmission  
T: durée d'une session

caractérise le rapport entre le temps réellement utilisé et le temps d'ouverture de la liaison

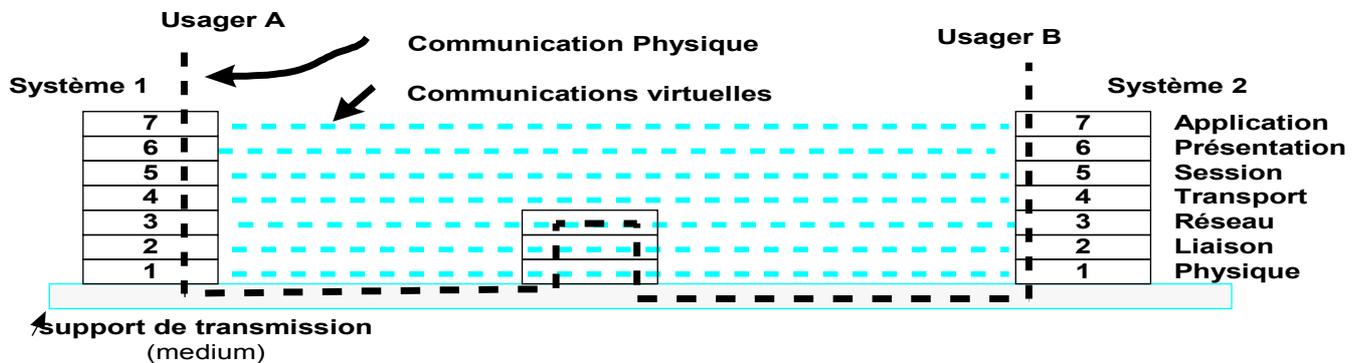
### - délai d'acheminement :

temps qui s'écoule entre le début de la transmission d'un message et la fin de sa réception par le destinataire.

Ce délai est fonction du temps de transmission Tt, du temps de propagation Tp, des temps d'attente dans les commutateurs et du nombre de commutateurs traversés.

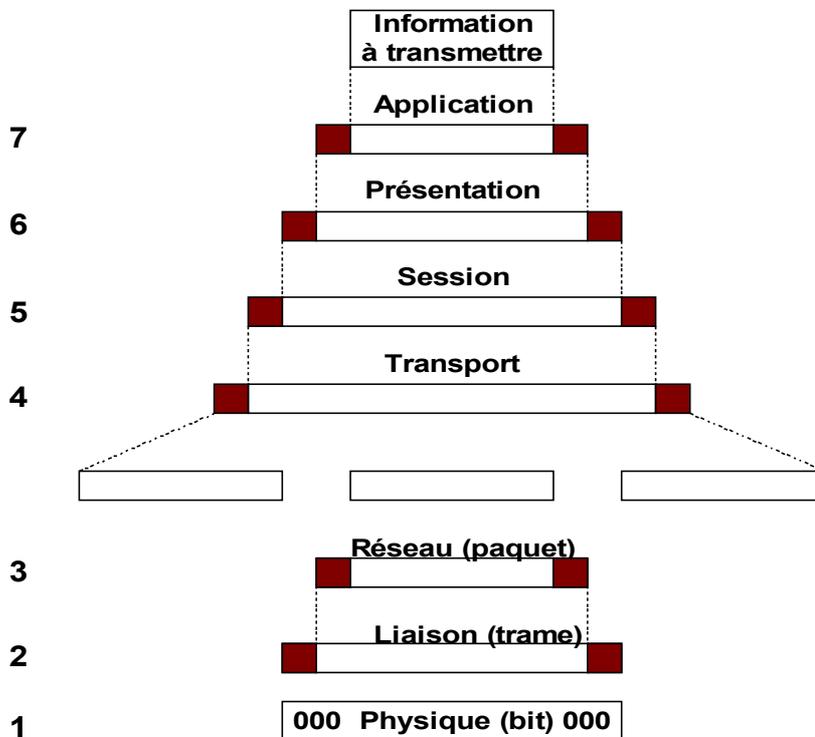
## Normalisation: le modèle OSI (Open System Interconnection)

l'organisme international ISO définit le modèle OSI. C'est un modèle d'architecture en 7 couches superposées: 7 ensembles fonctionnels.  
Les fonctions assurées par chacune des 7 niveaux vont de l'exécution de l'application (niv 7) jusqu'à la transmission des données sur la ligne ou support physique(niv 1).



Lors d'une communication, les échanges entre 2 niveaux N sont réglés suivant le protocole N et peuvent être considérés comme une communication horizontale virtuelle entre ces niveaux.  
La communication physique et réelle des informations transite verticalement par les niveaux inférieurs.

Le passage d'une couche à l'autre se fait par ajout ou retrait d'informations de contrôle



### **Couche 7: Application**

Fournir les services et interfaces aux utilisateurs:  
Transfert de fichiers, interrogation de bases de données  
ex: HTTP, FTP

### **Couche 6: Présentation**

Mise en forme, conversion de code ou de format des données.  
Compression, Cryptage

### **Couche 5: Session**

Connexion logique entre 2 applications  
Organisation et synchronisation du dialogue.  
Gestion du jeton. C'est là qu'on décide le mode SIMPLEX, DUPLEX ...  
ex: SSH

### **Couche 4: Transport**

Gestion des connexions de transport  
Découpage ou réassemblage des messages **Responsable du contrôle du transfert**  
ex: TCP pour le mode connecté et UDP pour le mode non connecté

### **Couche 3: Réseau**

Commutation et routage des paquets Trouver la route afin d'acheminer un paquet entre 2 stations qui ne sont pas sur le même support  
ex: IP

### **Couche 2: Liaison:**

- sous couche LLC Transmission des trames, identification des stations partageant le même support  
- sous couche MAC Contrôle d'accès au média ex: CSMA/CD  
ex: HDLC, ATM

### **Couche 1: Physique :**

Conversion des données en signaux numériques.  
description du câble, de l'onde: coaxial, paires torsadées, signaux (sinusoïdaux...), fréquence, modulation, multimode... Transmission synchrone, Asynchrone  
ex: RS232

## Protocoles et modèle OSI

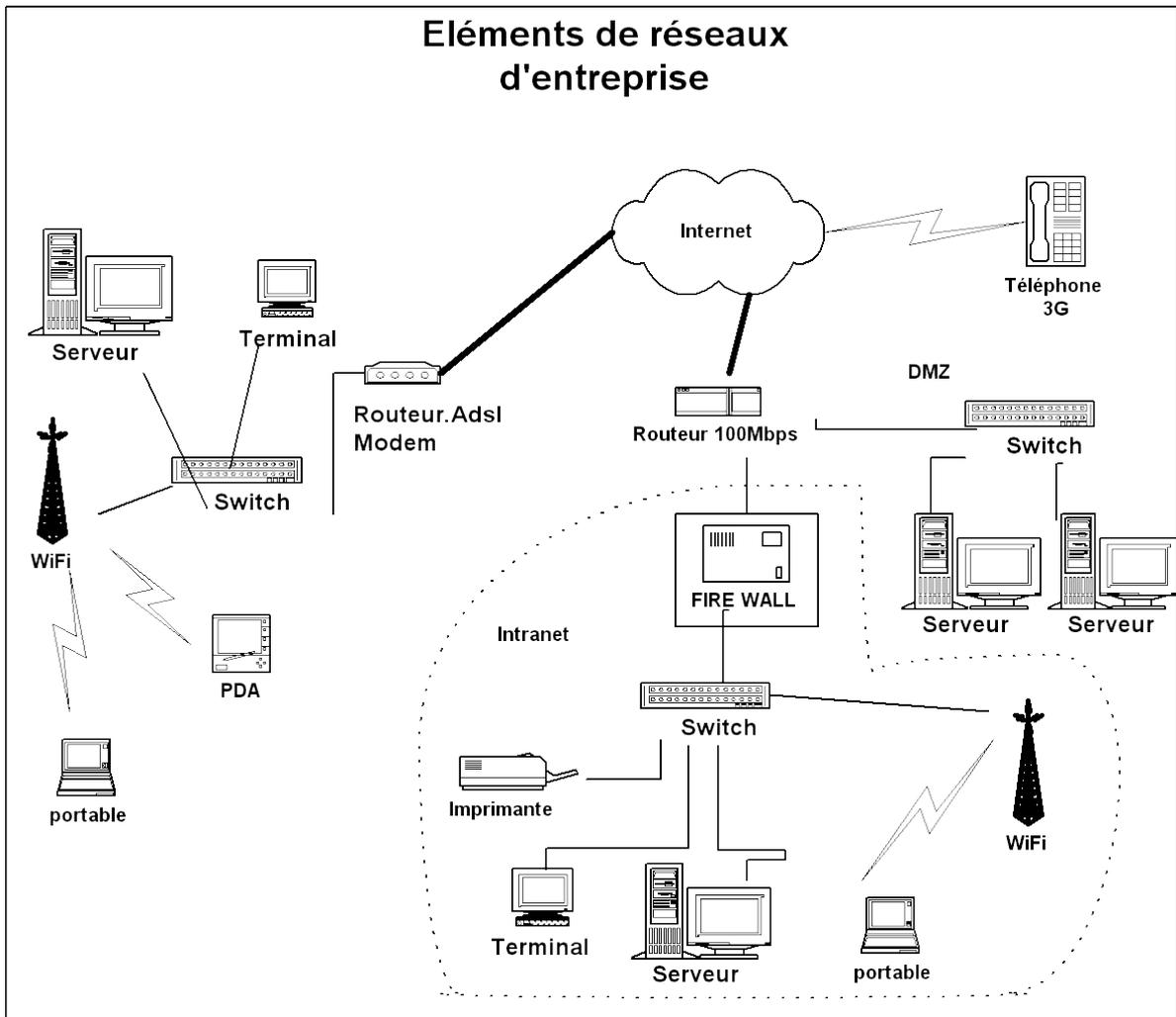
Protocole: ensemble de règles qui doivent être respectées pour réaliser un échange d'informations entre stations

Le modèle OSI est un modèle abstrait . Cependant il permet de situer les différents protocoles.

Modèle OSI		
7	HTTP	Application
6	gestionnaire SNMP	Présentation
5	SSH	Session
4	TCP- UDP	Transport
3	IP	Réseau
2	HDLC	Liaison
1	RS232	Physique

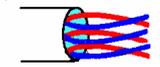
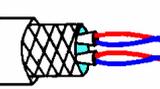
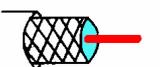
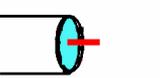
Il existe un autre modèle à 4 couches: le modèle TCP/IP

Modèle TCP/IP		
7,6,5	HTTP, FTP, Telnet, SNMP...	Application
4	TCP- UDP	Transport
3	IP	Réseau
2,1	ETHERNET	Interface Réseau



### Support physique d'interconnexion

- Le choix du support dépend de :
- la distance maximum entre stations
  - le débit minimum
  - la nature des informations (bande passante)
  - la fiabilité
  - le coût

Type de support	Débit	Distance max (sans répéteur)	Tps de propagation	Immunité au bruit	Remarque
Paire torsadée type téléphone 	1 Mbit/s	100m	5 µs/km	faible	affaiblissements importants
Paire torsadée blindée 	10 Mbit/s 100Mbit/s	100m 100m	1µs/km	bonne	cat 5 - 6.5dB /100m à 10MHz - 22dB à 100MHz
Câble coaxial 	10Mbit/s	10b5: 500 m 10b2: 200m	4 µs/km	Très bonne	- 8.5 dB /500m à 10 MHz
Fibre optique 	1Gbit/s	10 km	1 ns/km	Excellente	connexion difficile -0.5 à -4 dB/km

# Interconnexion de réseaux

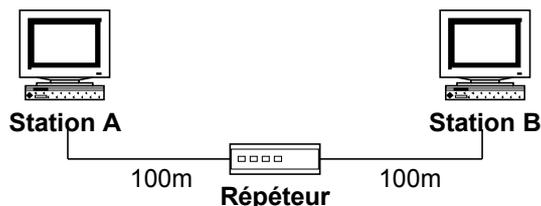
## Matériels:

Répéteur(repeater) niveau 1,                      Transceiver niveau 1: adaptation AUI(DB15)/ RJ45  
 Concentrateur (hub) niveau 1,                      Pont (bridge) niveau 2  
 Commutateur(switch) niveau 2 ou 3,                      Routeur (router) : niveau 3  
 Passerelle (gateway) : niveau 7.

## 1) Répéteur(repeater) niveau 1

**Rôle :** Raccorder 2 segments ou 2 réseaux identiques(logique) qui constitueront 1 seul réseau logique en :

- répétant des bits d'un segment sur l'autre (remise en forme du signal électrique).
- adaptant le changement de support .

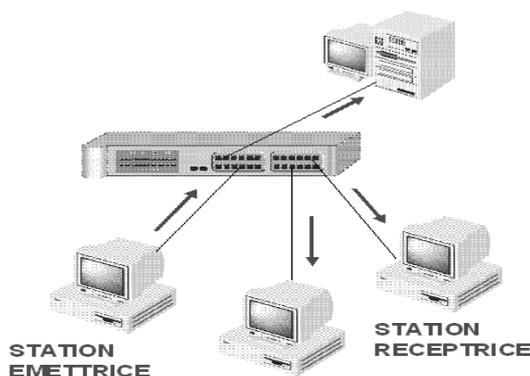


Ex : coaxial/coaxial ou paire torsadée/câble coaxial.

## 2) Concentrateur (hub) niveau 1

Véhiculer les trames entre tous les postes qui y sont connectés afin de simuler un segment Ethernet: Il y a donc des collisions.

L'intégralité de la bande passante est partagée par toutes les machines connectées.



## 3) Pont(bridge) niveau 2

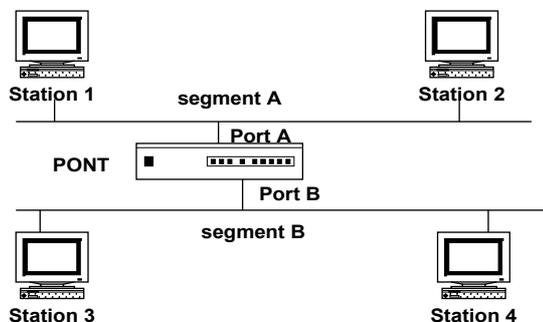
**Rôle:** Interconnecter des réseaux ayant la couche PHY(niv1) et la sous-couche MAC(niv2) différentes mais avec les mêmes caractéristiques à partir de la sous-couche LLC (niv 2). C'est à dire qu'il relie 2 supports physiques différents ( Ethernet/ Token Ring) ainsi que 2 protocoles différents au niveau MAC.

**Pont simple:** assurer la conversion de trame et adapter sa longueur.

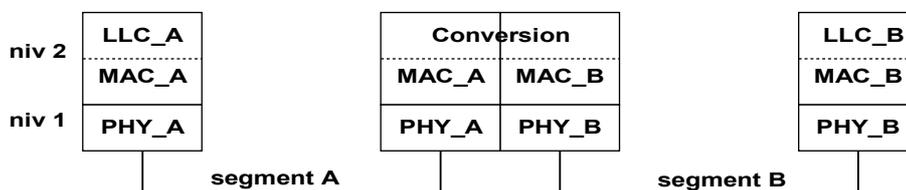
**Pont routeur:** établir la table de routage par apprentissage( mémorisation des adresses MAC des stations présentes sur chaque segment.

- filtrer les trafics locaux et les trafics inter-réseaux :les paquets ne traversent le pont que si le destinataire se trouve de l'autre côté du pont.

Quand les trames concernent des stations du même segment le pont les ignore. Dans le cas contraire il les transmet sur l'autre segment.



Plusieurs réseaux Ethernet reliés par des ponts ne forment qu'un seul réseau Ethernet.



#### 4) Commutateur (switch)niveau 2 ou niveau 3

La tendance est de segmenter le plus possible le réseau par des commutateurs. Ils remplissent le rôle de concentrateur et aussi celui de pont.

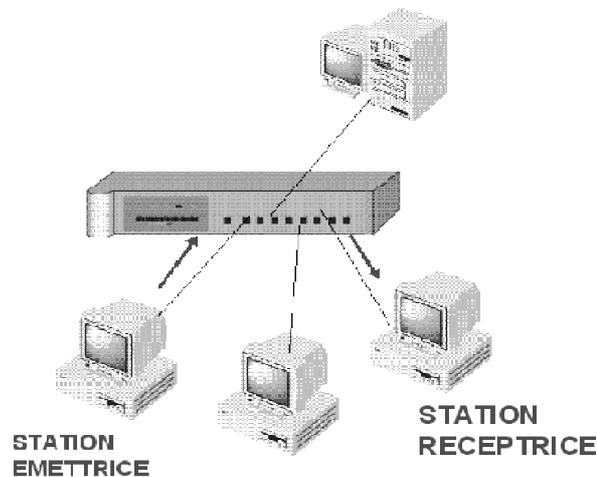
Un switch renvoie uniquement sur le port de destination. Contrairement aux Hubs, les Switchs peuvent donc fonctionner en Full Duplex, il n'y a plus de collisions et chaque nœud dispose du maximum de Bande Passante: **Ceci s'il n'y a pas de hub sur le réseau.**

Les switches niveau 2 apprennent l'adresse hardware source de chaque trame reçue sur un port et entrent cette information dans leur table d'adresse MAC.

Aujourd'hui de plus en plus sont de niveau 3 avec des fonctionnalités de routeur. Ils permettent la gestion de Réseaux Virtuels VLAN par port, adresse MAC ou type de protocole.

Ils peuvent être utilisés pour interconnecter plusieurs concentrateurs mais attention aux collisions.

Ils sont capables de se connecter à un réseau haut débit (ATM,FDDI).



## 5) Routeur (router) niveau 3

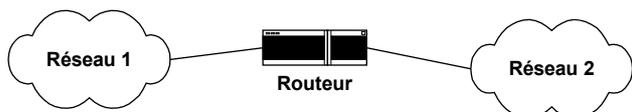
Equipement le plus adapté pour interconnecter des réseaux longues distances. Une bonne partie du trafic d'un groupe de travail est diffusée à l'ensemble du réseau. En le segmentant avec des routeurs les flux entre stations sont bien séparés et ne viennent pas inutilement se mélanger à d'autres. Cependant tous les protocoles ne sont pas routables ; NetBios n'intègre pas de couche 3 et donc pas d'adressage logique.

**Rôle** : Calculer les routes et commuter des paquets à destination de ces routes.

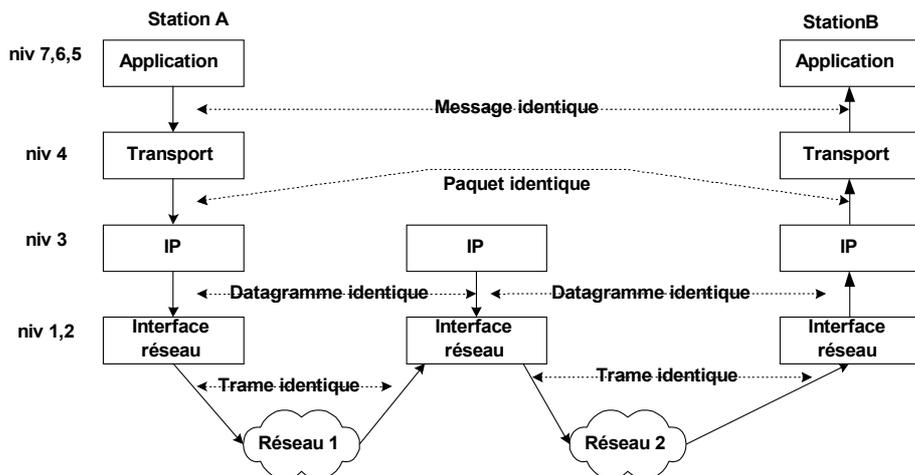
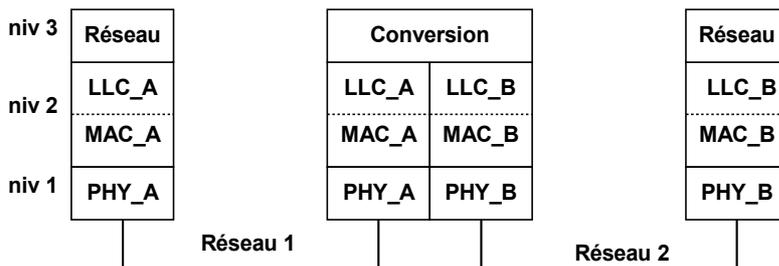
-Segmenter l'espace d'adressage et permettre un contrôle des flux .

Chaque paquet est retransmis en fonction des adresses( numéro réseau) source et destination :les routeurs acheminent les données en fonction du réseau de destination et non en fonction de l'ordinateur de destination.

Les stations du réseau 1 doivent connaître l'adresse du routeur pour communiquer avec les stations du réseau 2



Routeur: interconnecter des réseaux présentant des différences dans les couches 1 et 2 mais ayant des couches identiques à partir de la couche 3



La trame remise au routeur est identique à celle émise par A, mais diffère de celle reçue par B

Les datagrammes transitent de la source vers la destination finale et le principe de la structure en couches garantit que le destinataire reçoit le même datagramme que celui émis.

Mais le datagramme contient des champs tels que la durée de vie. Ce champ est modifié à chaque traversée de routeur.

## 6) Passerelle (gateway) niveau 7( minimum niveau 4)

Ordinateur permettant de relier 2 réseaux entre eux quelque soit leur nature.

**Ex** : relier un réseau local à un réseau étendu

## Auto-Evaluation

- 1) Donner le type de commutation utilisée par le réseau RTC et par le réseau Transpac.
- 2) Indiquer à quelles couches du modèle OSI correspondent les fonctionnalités d'une carte réseau.
- 3) Calculer le délai d'acheminement d'un message de 1200 octets pour les 2 types de réseaux :
  - à commutation de messages
  - à commutation de paquets (paquets de 100 octets)

Nbre de commutateurs = 4      Débit = 9600 bps  
Tps de propagation et d'attente dans les commutateurs négligeables.

- 4) Déterminer les taux de connexion et d'activités d'une application de réservation de places par minitel (1200, 7, e, 1). Les paramètres du trafic sont :
  - nbre maxi de sessions à l'heure : 15
  - durée moyenne d'une session : 3mn
  - taille du message : 640 caractères

- 5) Donner le débit nécessaire afin de transmettre en temps réel des images  $640 * 480 * 16$  bits avec une fréquence image de 50Hz.

Même question avec un taux de compression de 8.

- 6) Calculer le débit nécessaire pour transmettre un son numérisé sur 16 bits à 40kHz.