

Cours 1: TCP/IP Généralités



1

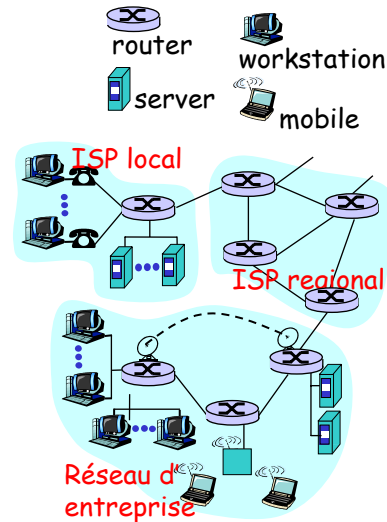
Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau cœur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

2

Qu'est-ce que l'Internet ?

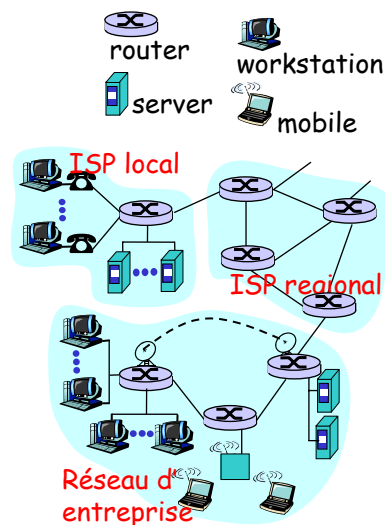
- ❑ des millions des machines connectées : *hosts, end-systems*
 - PCs workstations, servers PDAs,
- ❑ *Liaisons de communication*
 - fibre, cuivre, radio, satellite
 - débit = *bande passante*
- ❑ *routeurs*: redirection des paquets



3

Qu'est-ce que l'Internet ?

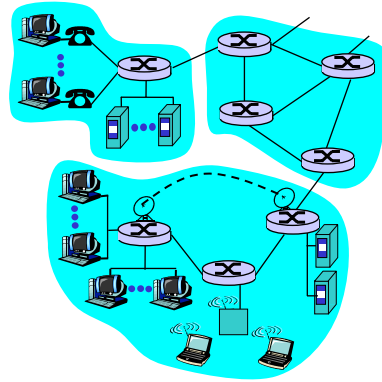
- ❑ *protocoles* contrôlent l'envoi et la réception des msgs
 - TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: "réseau de réseaux"*
 - Hiérarchie incertaine
 - Internet public versus intranets privés
- ❑ Standards Internet
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



4

Qu'est-ce que l'Internet ?

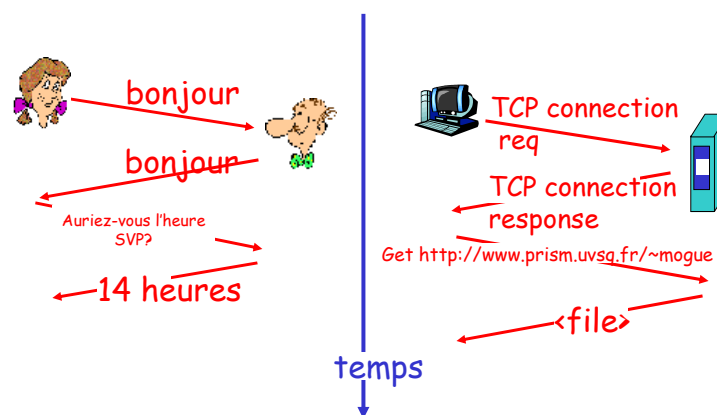
- *infrastructure de communication* permet l'échange des applications distribuées:
 - Web, email, games, e-commerce, database., P2P...
- *deux types de services*:
 - fiable avec connexion
 - non fiable sans connexion



5

Qu'est-ce qu'un protocole ?

Un protocole humain et un protocole réseau:

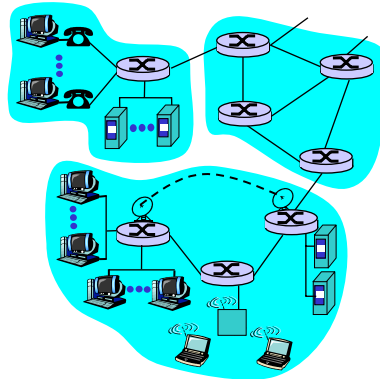


Les protocoles définissent le format, l'ordre des msgs envoyés et reçus parmi les entités de réseau, et les actions prises sur les msg en transmission, réception

6

Structure des réseaux:

- ❑ **réseau d'accès:**
applications et hosts
- ❑ **coeur de réseau:**
 - routeurs
 - réseau de réseaux
- ❑ **Supports physiques:** liens de communication



7

Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau coeur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

8

Réseaux d'accès:

□ end systems (hosts):

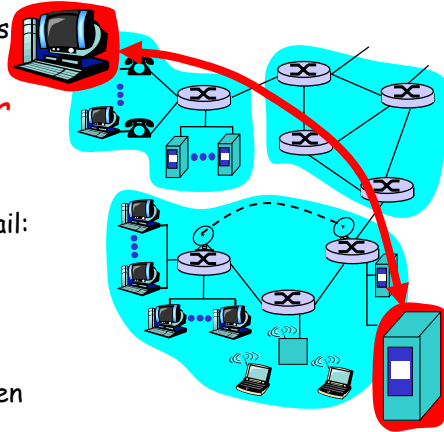
- Exécutent des programmes d'application(Web, email)

□ modèle client/serveur

- client demande, reçoit de services de serveur
- Web: browser/server; email: client/server

□ Modèle peer-peer (point à point):

- l'application agit à la fois en tant que client et serveur
- Gnutella, KaZaA



9

Cours 1: plan

1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?

1.2 Réseau d'accès

1.3 Réseau coeur

1.4 réseau d'accès et le support physique

1.5 Structure d'Internet et les ISPs

1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets

1.7 les couches de protocoles

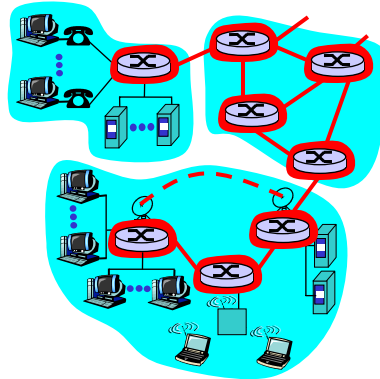
1.8 Historique

1.9 Bibliographie

10

Le réseau coeur

- Réseau maillés de routeurs
- *La question fondamentale:*
comment les données sont transférées à travers le réseau ?
 - *Commutation de circuits:*
circuit dédié par appel:
réseau téléphonique
 - *Commutation par paquets:*
données envoyées sur le
réseau par "morceaux"

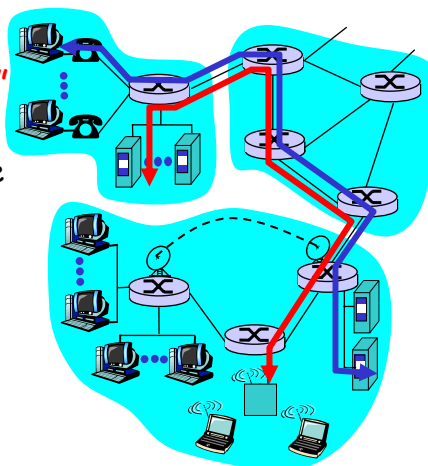


11

Réseau coeur: commutation de Circuits

ressources réservées de bout en bout par "appel"

- bande passante de lien, capacité de commutation de commutation
- ressources: non partagées
- initialisation de l'appel demandé



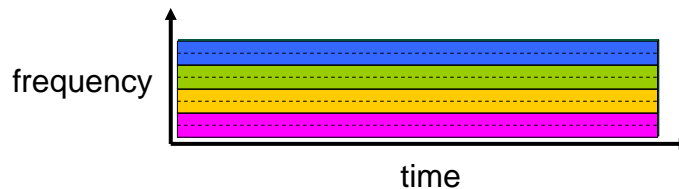
12

Commutation de Circuits: FDMA et TDMA

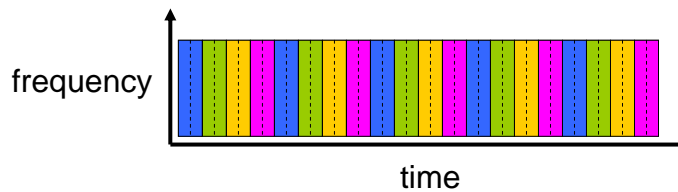
FDMA

Example:

4 users



TDMA



13

Réseau coeur: commutation par paquets

chaque flux de données est divisé en paquets

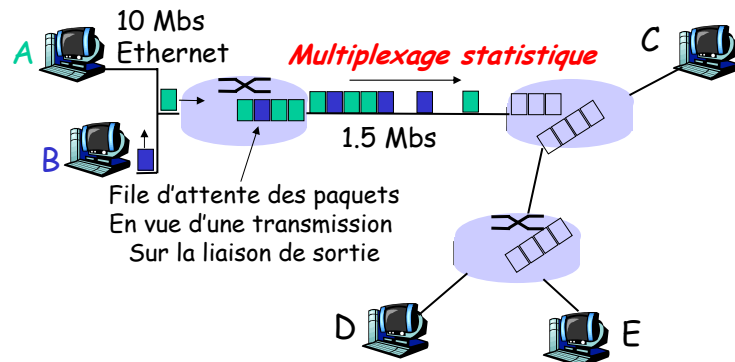
- les paquets des utilisateurs A, B partagent les ressources de réseau
- chaque paquet utilise la bande passante totale de lien

Problèmes de ressources:

- la demande d'agrégation de ressources peut dépasser la moyenne disponible
- congestion: paquets en file, attente pour l'utilisation de lien
- store and forward (enregistrement et retransmission)

14

Commutation par paquets: multiplexage statistique



Les Séquences de paquets A & B n'ont pas les mêmes intervalles de temps alloués →
multiplexage statistique.

15

Commutation par/de paquets/circuits

Par paquets permet à plusieurs utilisateurs d'utiliser le réseau!

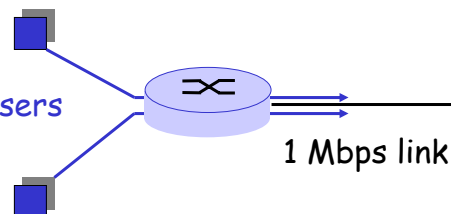
- Liaison de 1 Mbit
- Chaque utilisateur:
 - 100 kbps quand "active"
 - actif 10% du temps

- commutation de circuits: **N users**

- 10 utilisateurs

- commutation par paquets:

- avec 35 utilisateurs,
probabilité > 10 actifs
moins de 0.0004



16

commutation par paquets: store-and-forward



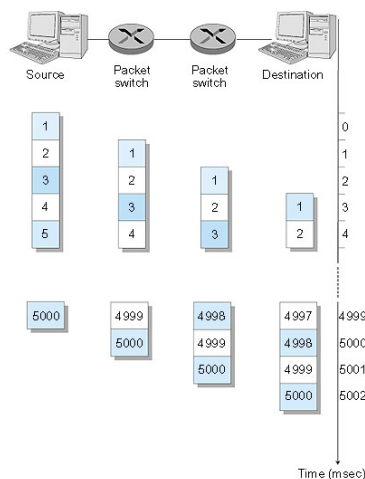
- L bits : longueur de message et R débit de lien
- $\text{délai} = 3L/R$

Exemple:

- $L = 7.5 \text{ Mbits}$
- $R = 1.5 \text{ Mbps}$
- $\text{délai} = 15 \text{ sec}$

17

Commutation par paquets: segmentation du Message

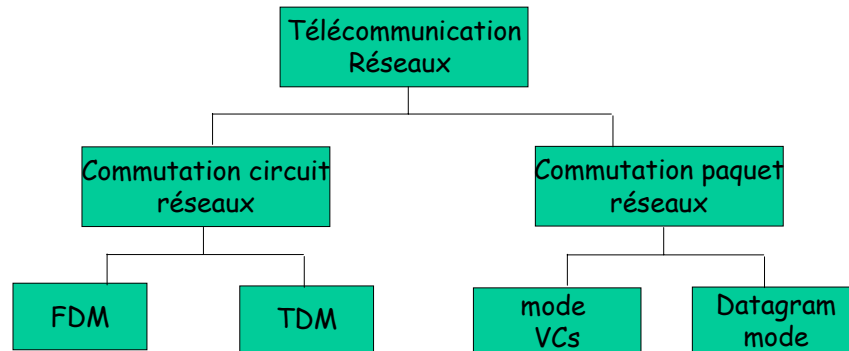


Découpage du message en 5000 paquets

- 1,500 bits par paquet
- 1 msec pour transmettre un paquet sur un lien
- *pipelining*: chaque lien travaille en parallèle
- Délai réduit de 15 sec à 5,002 sec

18

Classification des réseaux



19

Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau coeur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

20

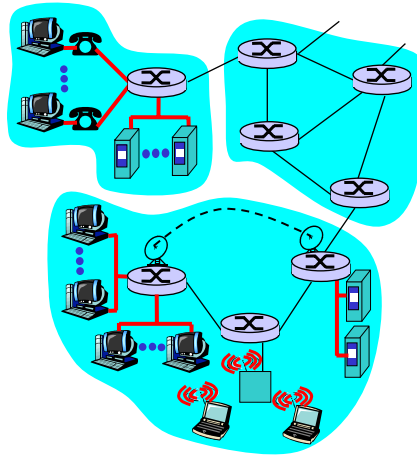
Supports physiques

Q: comment connecter un terminal au routeur d'accès?

- ❑ accès résidentiel
- ❑ accès d'entreprise (universités, entreprises)
- ❑ accès mobile

A retenir

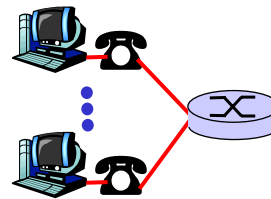
- ❑ bande passante (b/s) des réseaux d'accès?
- ❑ partagé ou dédié?



21

Accès résidentiel: accès point à point

- ❑ **Modem (ligne téléphonique)**
 - 56Kbps accès direct au routeur (souvent moins)
 - On ne peut pas "surf" et téléphoner au même temps



- ❑ **ADSL: asymmetric digital subscriber line**
 - Plus de 1 Mbps upstream
 - Plus de 8 Mbps downstream
 - FDM: 50 kHz - 1 MHz pour downstream
4 kHz - 50 kHz pour upstream
0 kHz - 4 kHz pour le téléphone ordinaire

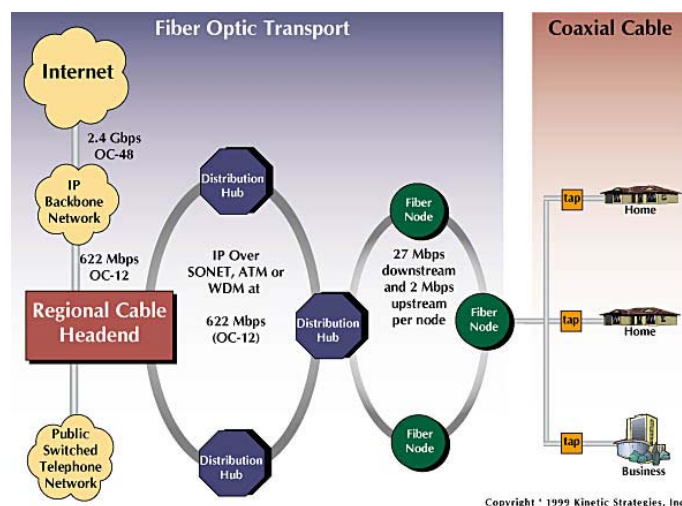
22

Accès résidentiel: câble modems

- **HFC: hybrid fiber coax**
 - asymétrique: plus de 1Mbps upstream, 10 Mbps downstream
- **réseau** de câbles et fibres connectent les utilisateurs au routeur de l'ISP
 - accès partagé entre les utilisateurs
 - issues: congestion, dimensionnement
- déploiement: disponible via les entreprises
exemple: MediaOne

23

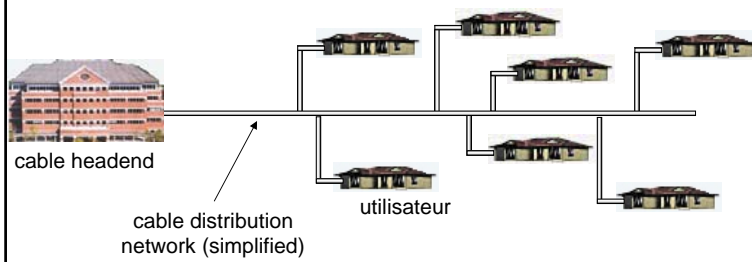
Accès résidentiel: câble modem



24

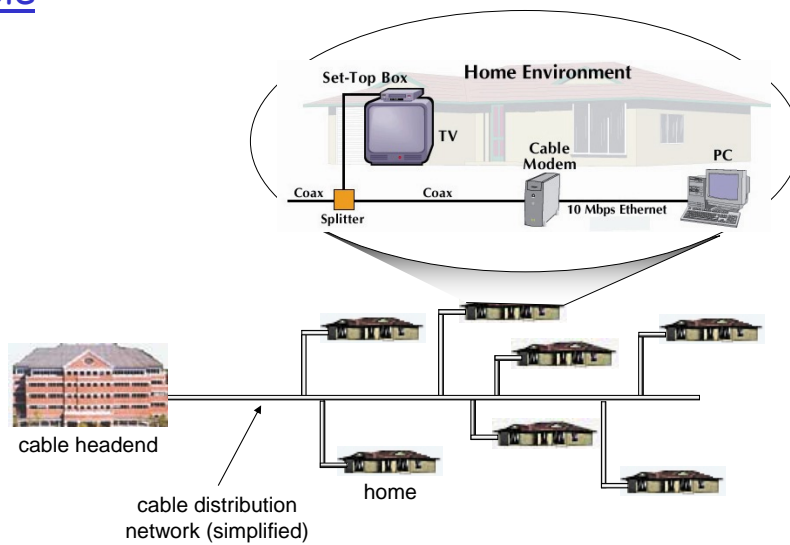
Vue générale d'une architecture de réseaux de câble

Entre 500 à 5000 utilisateurs



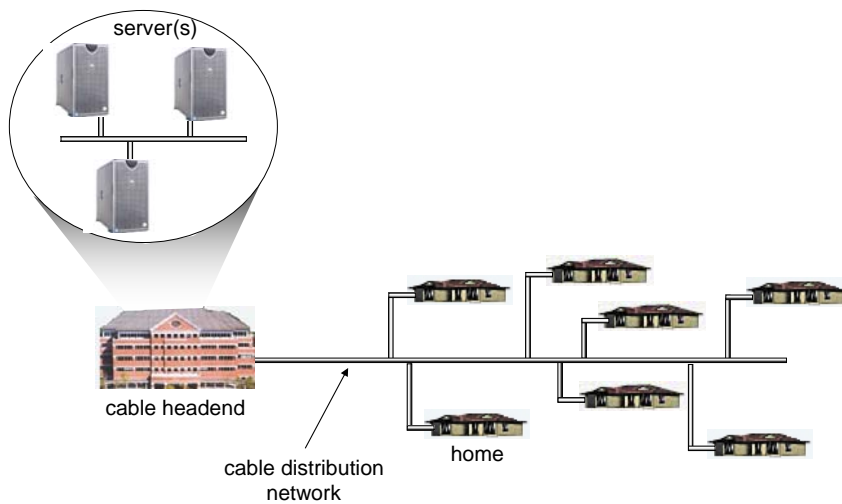
25

Vue générale d'une architecture de réseaux de câble



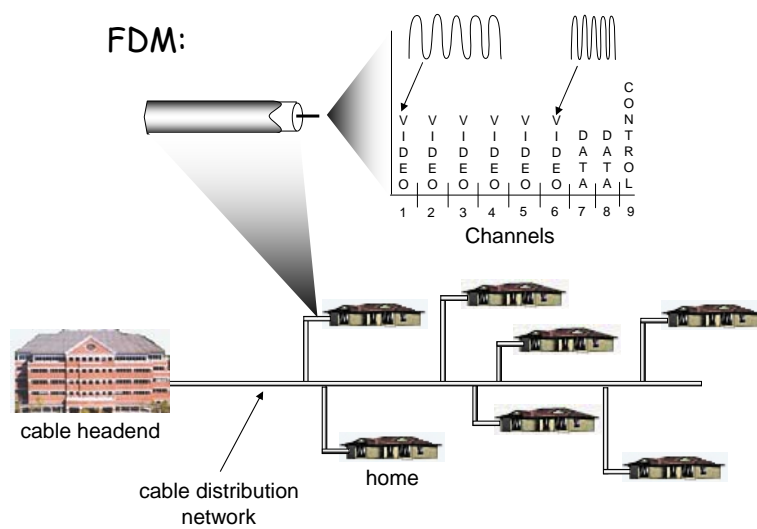
26

Vue générale d'une architecture de réseaux de câble



27

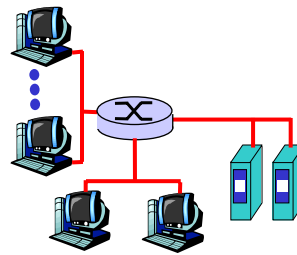
Vue générale d'une architecture de réseaux de câble



28

Accès d'entreprise: réseaux locaux

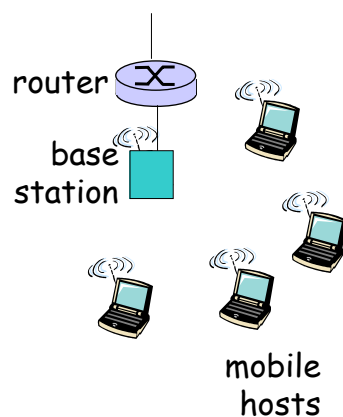
- ❑ entreprise/univ **local area network** (LAN) connecte le terminal au routeur d'accès
- ❑ **Ethernet:**
 - lien partagé ou dédié entre le terminal et le routeur
 - 10 Mbps, 100Mbps, Gigabit Ethernet
- ❑ LANs: cours premier semestre



29

Accès mobile

- ❑ accès radio partagé
 - via base station ou "access point"
- ❑ **wireless LANs:**
 - 802.11b (WiFi): 11 Mbps
- ❑ **accès étendu par radio**
 - 3G ~ 384 kbps
 - WAP/GPRS en Europe

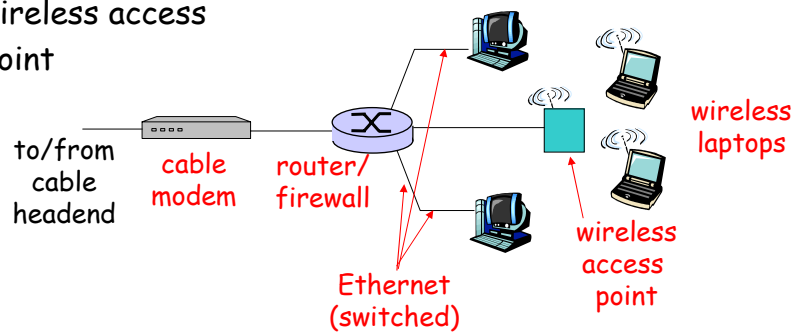


30

Réseau domestique

Il est composé de :

- ❑ ADSL ou câble modem
- ❑ router/firewall/NAT
- ❑ Ethernet
- ❑ wireless access point



31

Supports physiques

- ❑ **Bit**: propage entre émetteur/récepteur
- ❑ **lien physique**: permet de lier deux machines
- ❑ **supports guidés**:
 - signaux se propagent sur un support solide, cuivre, fibre, coax
- ❑ **supports non guidés**:
 - signaux se propagent librement, radio

Twisted Pair (TP) ou paires torsadées

- ❑ deux fils en cuivre isolés
 - Catégorie 3: ligne de téléphone, 10 Mbps Ethernet
 - Catégorie 5 TP: 100Mbps Ethernet



32

Supports physiques: coax, fibre

Câble Coaxial :

- ❑ deux conducteurs en cuivre à structure concentrique
- ❑ bidirectionnel
- ❑ bande de base:
 - Câble à 50 ohms → Ethernet
- ❑ large bande:
 - câble à 75 ohms → TV



Fibre optique :

- ❑ Permet la propagation sous forme d'impulsions lumineuses représentant chacune un bit
- ❑ Débit élevé :
 - transmission point à point (5 Gps)
- ❑ taux d'erreur faible



33

Supports physiques: radio

- ❑ signaux (ondes) envoyés dans le spectre radio-électromagnétique
- ❑ effets sur l'environnement de propagation :
 - réflexion
 - obstacles
 - interférence

Types de liens radio:

- ❑ **Canaux radio terrestres**
 - 2Mbps, 11Mbps (WLAN)
 - 100 kbps (cellulaires)
- ❑ **satellite**
 - plus de 50Mbps channel (ou multiple petits canaux)
 - 270 msec délai de bout en bout

34

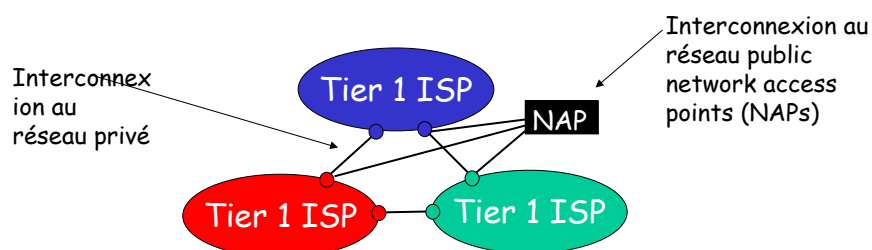
Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau coeur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 **Structure d'Internet et les ISPs**
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

35

Structure d'Internet: réseau de réseaux

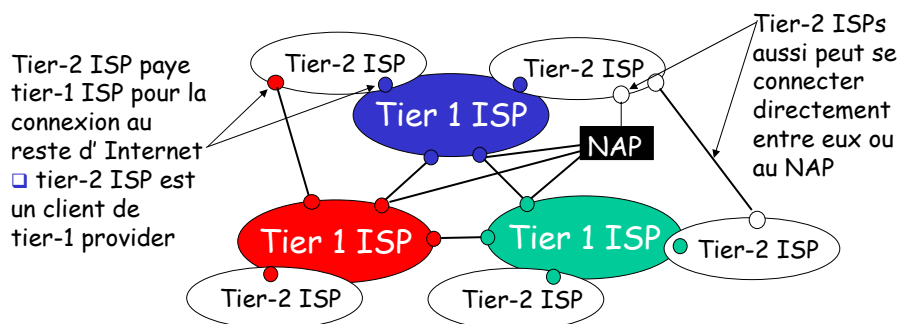
- 3 niveaux hiérarchiques
- **niveau 1: "tier-1" ISPs** (UUNet, BBN/Genuity, Sprint, AT&T), national/international couverture



36

Structure d'Internet: réseau de réseaux

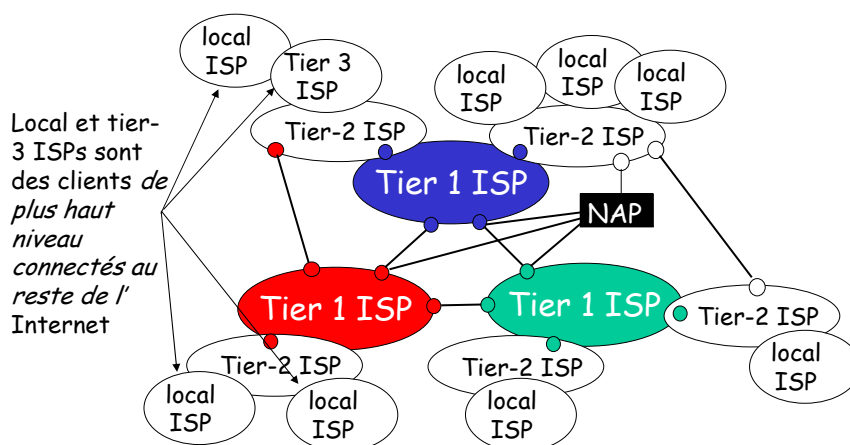
- niveau 2: "Tier-2" ISPs plus petit (régional) ISPs
 - Connecté à un ou plusieurs tier-1 ISPs, possibilité à un autre tier-2 ISPs



37

Structure d'Internet: réseau de réseaux

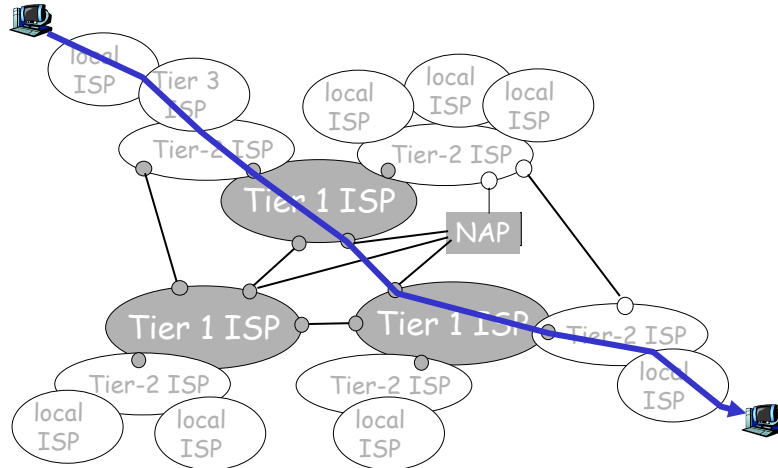
- niveau 3: "Tier-3" ISPs et local ISPs



38

Structure d'Internet: réseau de réseaux

- un paquet traverse plusieurs réseaux!



39

Cours 1: plan

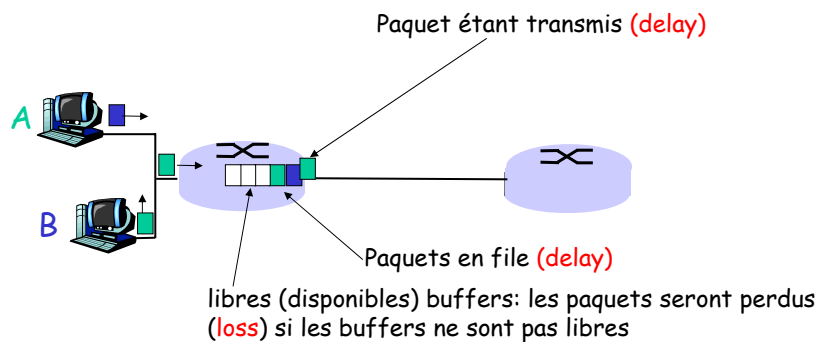
- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau cœur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

40

Comment la perte et le délai se produisent?

Les paquets enfilés dans les buffers du routeur

- Débit d'arrivée des paquets sur le lien dépasse la capacité de lien de sortie



41

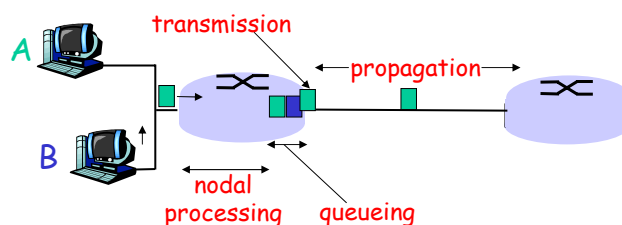
Différents types de retards

□ 1. temps de traitement

- contrôle d'erreurs bit
- détermine le lien de sortie

□ 2. temps d'attente

- temps d'attente sur le lien de sortie avant transmission
- dépend de niveau de congestion de routeur



42

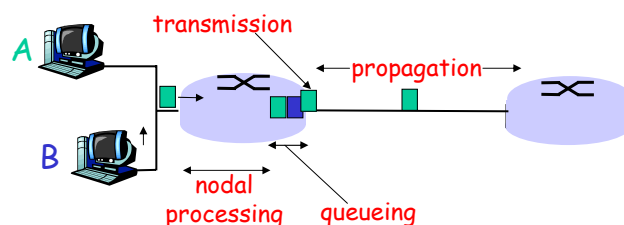
Différents types de retards

3. Délai de transmission :

- R = link bandwidth (bps)
- L = packet length (bits)
- time to send bits into link = L/R

4. Délai de propagation :

- d = length of physical link
- s = propagation speed in medium ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- propagation delay = d/s



43

Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau cœur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

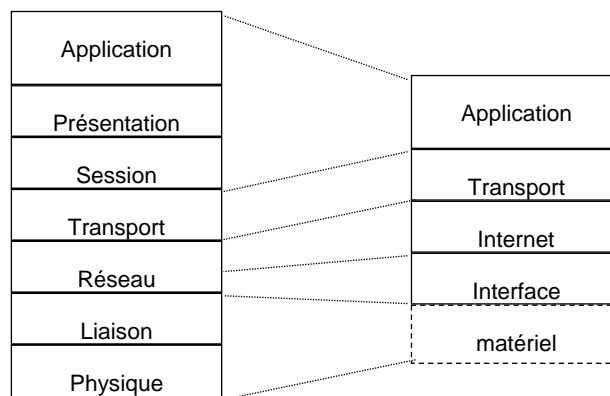
44

Les couches de protocoles : modèle OSI

Couches OSI	Fonctions
Application	Applications réseaux : transfert de fichiers.
Présentation	Formatage et cryptage des données
Session	Etablissement et maintien des sessions
Transport	Transport de bout en bout, fiable et non fiable
Réseau	Envoi et routage des paquets de données
Liaison	Transfert des unités d'informations et contrôle d'erreurs
Physique	Transmission des données binaires

45

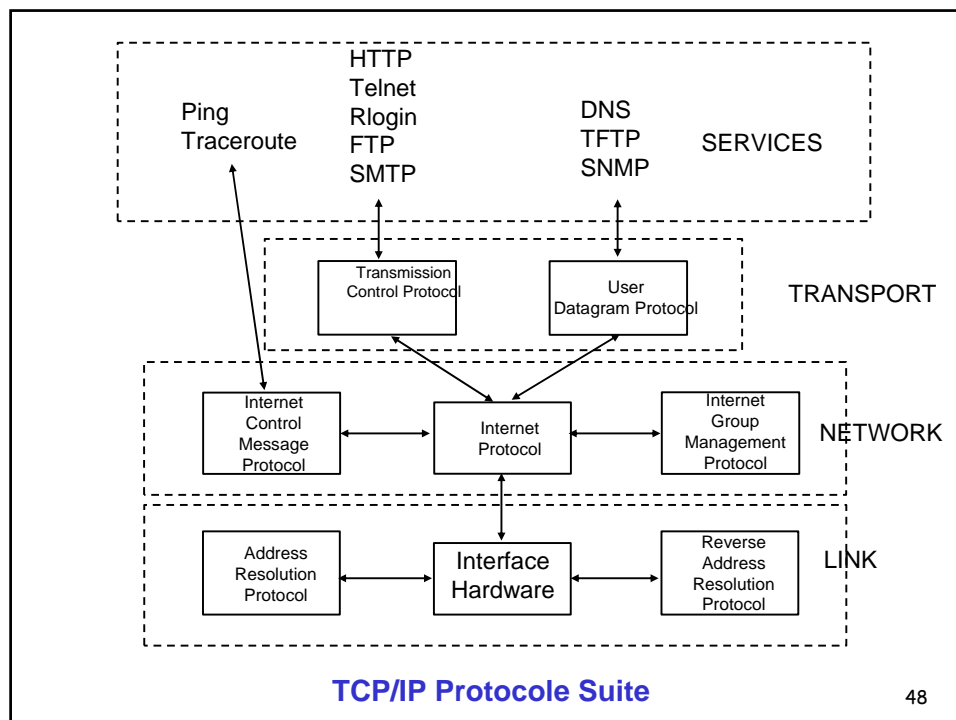
Les couches de protocoles : TCP/IP et le modèle OSI



Les couches de protocoles : TCP/IP et le modèle OSI

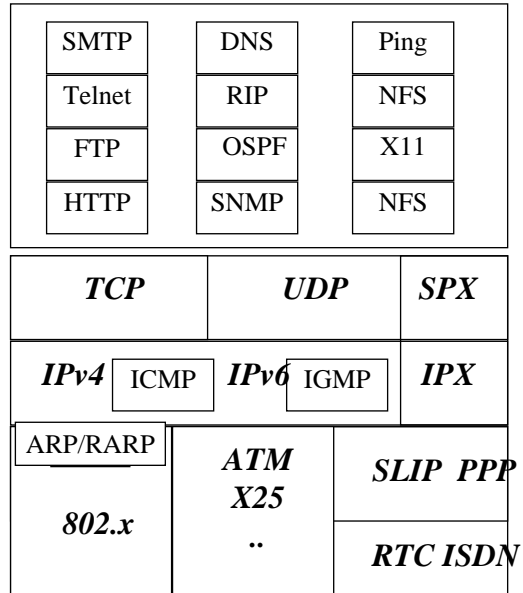
Protocol Implementation						OSI
File Transfer	Electronic Mail	Terminal Emulation	File Transfer	Client Server	Network Mgmt	Application
File Transfer Protocol (FTP) RFC 559	Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) RFC 821	TELNET Protocol RFC 854	Trivial File Transfer Protocol (TFTP) RFC 783	Network File System Protocol (NFS) RFC 1024, 1057 and 1094	Simple Network Management Protocol (SNMP) RFC 1157	Presentation
						Session
Transmission Control Protocol (TCP) RFC 793			User Datagram Protocol (UDP) RFC 768			Transport
Address Resolution Protocols ARP: RFC 826 RARP: RFC 903		Internet Protocol (IP) RFC 791		Internet Control Message Protocol (ICMP) RFC 792		Network
Network Interface Cards						Data Link
Ethernet	Token Ring	Starlan	Arcnet	FDDI	SMDS	
Transmission Mode						Physical
TP STP FO Satellite Microwave, etc						

47



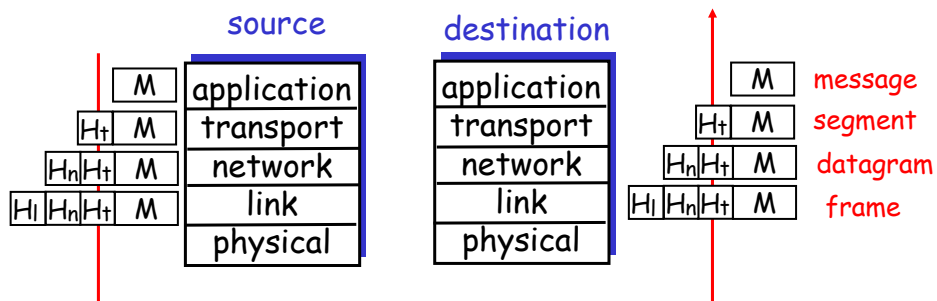
48

TCP/IP Protocole Suite



49

Les couches et les données Encapsulation/Décapsulation



50

Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau coeur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

51

Internet Historique

Les années soixante: principes de commutation par paquets

- 1967: ARPAnet conçu par Advanced Research Projects Agency
- 1969: premier noeud ARPAnet opérationnel
- 1972:
 - Démonstration publique d'ARPAnet
 - NCP (Network Control Protocol) premier protocole de serveur à serveur
 - Premier programme e-mail
 - ARPAnet a 15 noeuds

52

Internet Historique

- ❑ 1979: ARPAnet a 200 noeuds
- ❑ 1970: ALOHAnet réseau satellite reliant les différentes universités à Hawaii
- ❑ 1983: déploiement de TCP/IP
- ❑ 1982: SMTP
- ❑ 1983: DNS
- ❑ 1985: FTP
- ❑ 1988: TCP congestion control
- ❑ dans 1990: Web
 - HTML, HTTP
 - 1994: Mosaic, plus tard Netscape

53

Cours 1: plan

- 1.1 Qu'est-ce que l'Internet ?
- 1.2 Réseau d'accès
- 1.3 Réseau coeur
- 1.4 réseau d'accès et le support physique
- 1.5 Structure d'Internet et les ISPs
- 1.6 Délais dans les réseaux à commutation par paquets
- 1.7 les couches de protocoles
- 1.8 Historique
- 1.9 Bibliographie

54

Bibliographie

- ❑ TCP/IP architecture protocoles applications, Douglas Comer
- ❑ Computer Networking Atop-Down Approach Featuring the Internet, James Kurose et Keith Ross, second Edition
- ❑ Réseaux et Télécoms, Claude Servin. Dunod