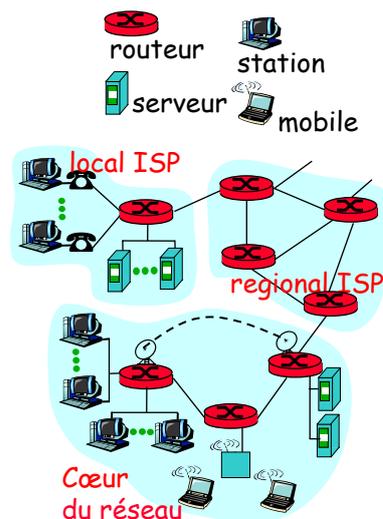


Réseaux : compléments et applications

Introduction et rappels

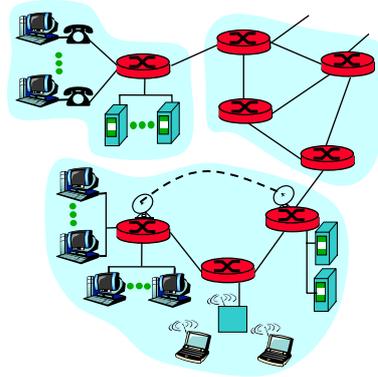
Une « vue » sur l'Internet

- Des millions de machines connectées : *hosts, end-systems*
 - PCs stations, serveurs
 - PDAs téléphones, toasters exécutant des applications en réseau
- *des liaisons*
 - fibre, cuivre, radio, satellite
 - débit, *bande passante*
- *routeurs*: acheminement des paquets



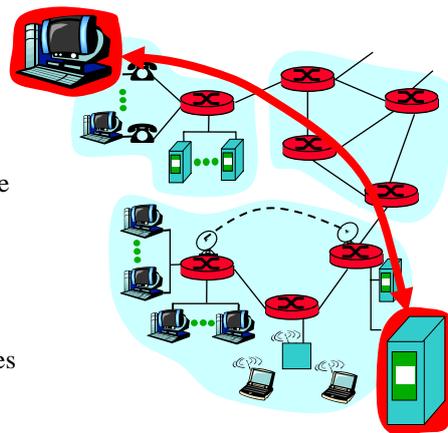
Précision sur l'architecture du réseau:

- **Bordure du réseau:**
 - applications et hôtes
- **ISP (Internet Service Provider)**
 - Réseau permettant aux terminaux de ce connecter à Internet
- **Cœur de réseau:**
 - routeurs
 - Réseau de réseaux
- **Réseaux d'accès, liens physiques :**
 - liens de communication



Bordure du réseau:

- **Terminaux (hôtes):**
 - Exécute des applications
 - e.g., WWW, email
 - au “bord du réseau”
- **Modèle client/serveur**
 - Le client demande (requiert), le serveur rend un service
 - e.g., WWW client (browser)/ serveur; email client/serveur
- **Modèle peer-peer:**
 - Interaction symétrique entre les hôtes
 - e.g.: visioconférence



L 'agenda 2011-2012 (1)

mercredi 5 octobre 2011	Introduction - rappels généraux "Ethernet" en réseau local et à grande distance (de 100M à 10G)	J.P. Arnaud
mercredi 12 octobre 2011	Transmission (SDH, ADSL et protocoles wan)	J.P. Arnaud
mercredi 19 octobre 2011	séance annulée	J.P. Arnaud
mercredi 26 octobre 2011	Câblage	J.P. Arnaud
mercredi 2 novembre 2011	Typologie des équipements d'interconnexion, commutation	J.P. Arnaud
mercredi 9 novembre 2011	Routage et Internet	J.P. Arnaud
mercredi 16 novembre 2011	Routage et Internet (2)	J.P. Arnaud
mercredi 23 novembre 2011	Routage et Internet (3)	J.P. Arnaud
mercredi 30 novembre 2011	ED routage 1	J.P. Arnaud
mercredi 7 décembre 2011	ED routage 2	J.P. Arnaud
mercredi 14 décembre 2011	vacances	
mercredi 21 décembre 2011	vacances	
mercredi 28 décembre 2011	Réseaux publics (Frame Relay)	J.P. Arnaud
mercredi 4 janvier 2012	Technologies des réseaux publics (ATM)	J.P. Arnaud
mercredi 11 janvier 2012	MPLS et commutation IP	J.P. Arnaud
mercredi 18 janvier 2012	Techniques génériques de compression	J.P. Arnaud
mercredi 25 janvier 2012	Compression multimédia et applications réseau	J.P. Arnaud
mercredi 1 février 2012	séance libre	

L 'agenda 2011-2012 (2)

mercredi 29 février 2012	Qualité de service	J.P. Arnaud
mercredi 7 mars 2012	Qualité de service	J.P. Arnaud
mercredi 14 mars 2012	Routage et transport multimédia (RTP, RTCP, RSVP) ED 1	JP Arnaud
mercredi 21 mars 2012	Introduction à l'administration de réseaux SNMP(métier)	JP Arnaud
mercredi 28 mars 2012	Métrologie TCP/IP	FX Andreu
mercredi 4 avril 2012	Introduction aux radio communications (1)	J.P. Arnaud
mercredi 11 avril 2012	Introduction aux radio communications (2)	J.P. Arnaud
mercredi 18 avril 2012	vacances	
mercredi 25 avril 2012	vacances	
mercredi 2 mai 2012	Sécurité réseau (1)	J.P. Arnaud
mercredi 9 mai 2012	Sécurité réseau (2)	J.P. Arnaud
mercredi 16 mai 2012	Sécurité réseau (3)	J.P. Arnaud
mercredi 23 mai 2012	Exercices de synthèse 1 (Groupe 1)	J.P. Arnaud
mercredi 30 mai 2012	Exercices de synthèse 1 (Groupe 2)	J.P. Arnaud
mercredi 6 juin 2012	Exercices de synthèse 2 (Groupe 1)	J.P. Arnaud
mercredi 13 juin 2012	Exercices de synthèse 2 (Groupe 2)	J.P. Arnaud
mercredi 20 juin 2012	suspension des cours	
mercredi 27 juin 2012	examen	

Bordure de réseau : service en mode connecté

Objectif: Transfert de données entre terminaux.

- *handshaking*: Mise en place au préalable du transfert de données
 - *Définition d'“états”* dans les deux hôtes
- TCP - Transmission Control protocole
 - Service en mode connecté sur Internet

Service TCP [RFC 793]

- *Fiable, transmission dans l'ordre de flot d'octets*
 - Pertes: acquittement et retransmissions
- *Contrôle de flot:*
 - L'émetteur ne submerge pas le récepteur
- *Control de congestion :*
 - L'émetteur “réduit son débit d'émission” quand le réseau est congestionné

Bordure de réseau : service en mode non connecté

Objectif: Transfert de données entre terminaux.

- L'objectif ne change pas
- **UDP** - User Datagram protocole [RFC 768]: Service en mode non connecté sur Internet
 - Transfert de données non fiable
 - Sans contrôle de flot
 - Sans contrôle de congestion

Application utilisant TCP:

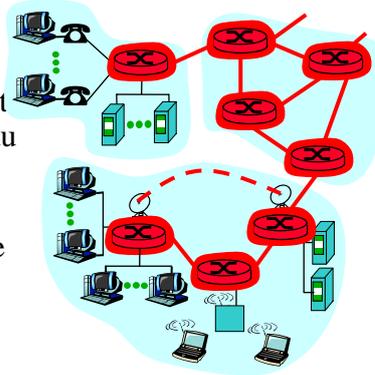
- HTTP (WWW), FTP (transfert de fichier), Telnet (login distant), SMTP (email)

Application utilisant UDP:

- Streaming de média, visioconférence, téléphonie sur Internet

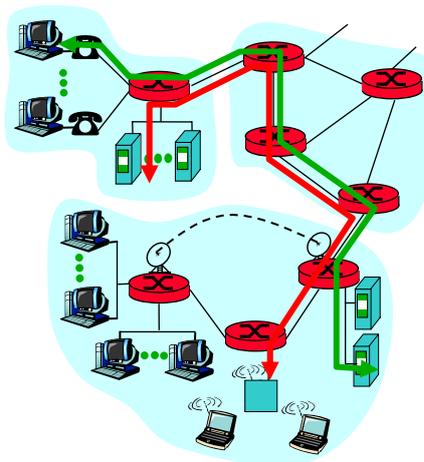
Cœur de réseau

- Ensemble de routeurs interconnectés
- **Question fondamentale** : comment les données sont transmises sur le réseau?
 - **Commutation de circuit** : circuit dédié pour chaque appel : réseau téléphonique
 - **Commutation de paquets** : Les données sont transmises dans le réseau en paquets

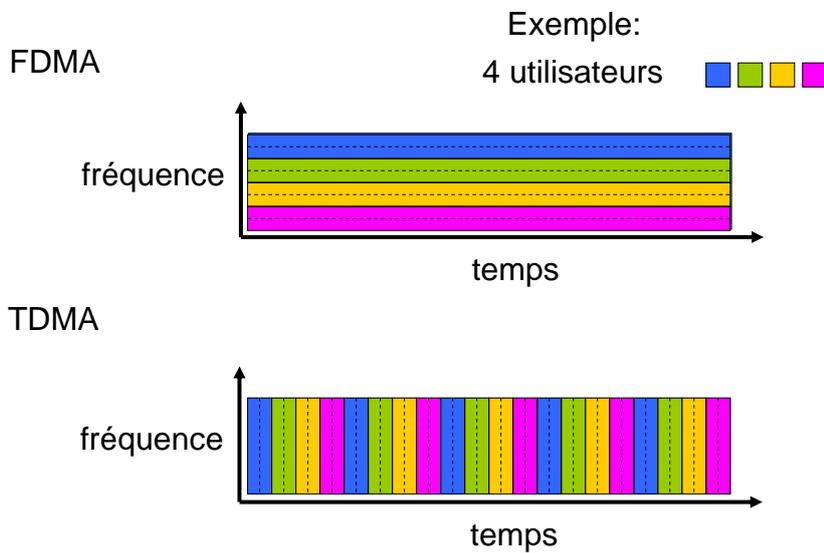


Cœur de réseau : Commutation de Circuit

- **Reservation de ressources de bout-en-bout pour chaque «appel»**
 - Bande passante du lien, capacité du lien
 - Ressources dédiées : sans partage
 - Performance garantie
 - Nécessite l'établissement de la connexion



TDMA and TDMA

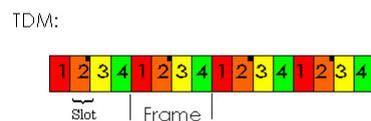
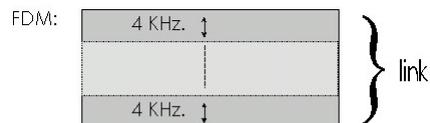


Cœur de réseau : Commutation de Circuit

Ressources réseau (e.g.,
bande passante)

partitionnées

- Parties allouées aux appels
- ressources *inutiles* si elles ne sont pas utilisées par l'appel (*pas de partage*)
- Division de la bande passante
 - Division fréquentielle
 - Division temporelle



All slots labelled **2** are dedicated to a specific sender-receiver pair.

Cœur de réseau: commutation de paquets

Le flot de données est divisé en *paquets*

- Les paquets des utilisateurs A et B *partagent* les ressources réseaux
- Chaque paquet utilise la bande passante totale
- Les ressources sont utilisés si nécessaires

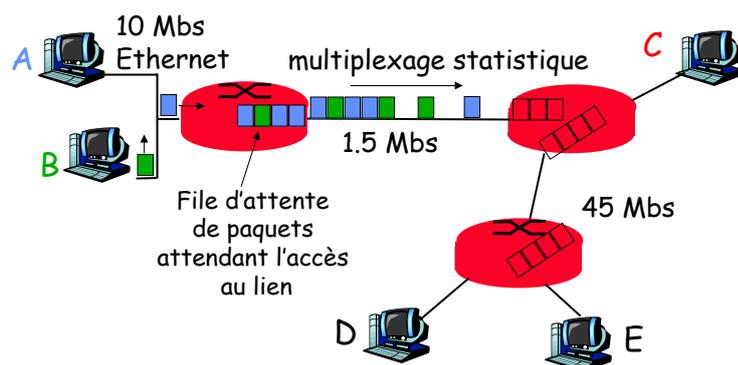
Contention:

- Les ressources agrégées peuvent dépasser la capacité
- congestion: Les paquets s'amoncellent dans des files d'attente et attendent l'accès aux ressources
- store and forward: Les paquets se déplacent étapes par étapes
 - Transmission sur un lien
 - Attente du service

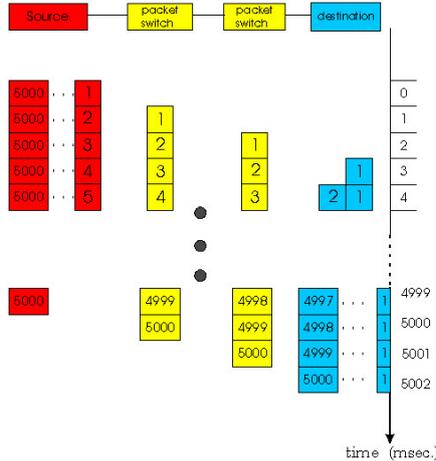
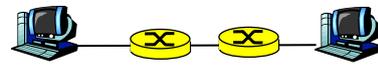
Partage de la bande passante
Allocation dédiée
Reservation de ressources



Cœur de réseau : commutation de paquets



Cœur de réseau : commutation de paquets

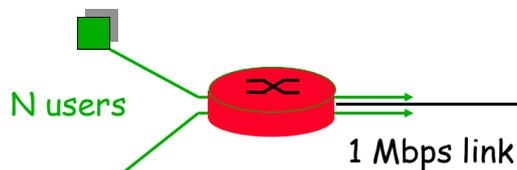


Commutation de paquets :
Comportement store and forward

Commutation de Paquet/Circuit

La Commutations de paquet permet a plus d'utilisateur de
Partager le réseau

- Lien 1 Mbit
- Chaque utilisateur:
 - 100Kbps quand il est actif
 - actif 10% du temps
- Commutation de circuit:
 - 10 utilisateurs
- Commutation de paquet ou circuit avec perte :
 - Avec 35 utilisateurs, probabilité > 10 active inférieure à .004



Commutation de Paquet/Circuit

Commutation de Paquet

- Intérêt pour les flots irréguliers (bursty)
 - Partage de ressources
 - Sans mise en place d'appel
- **Congestion excessive:** délai et pertes de paquets
 - protocoles nécessaires pour le transfert fiable de données, contrôle de congestion
- **Q: Comment provisionner un comportement proche du mode circuit?**
 - Problème encore non résolu

Commutation de Paquet : routage

- **Objectif:** déplacer les paquets de la source à la destination
 - **Reseau datagram:**
 - L'adresse de destination détermine à chaque pas le routage
 - Les routes peuvent changer durant la session.
 - **Réseau à circuit virtuel :**
 - Chaque paquet contient un tag (ou label) définissant le chemin à suivre,
 - La route est fixée au début de la connexion
 - Chaque routeur doit garder une table d'état pour chaque appel

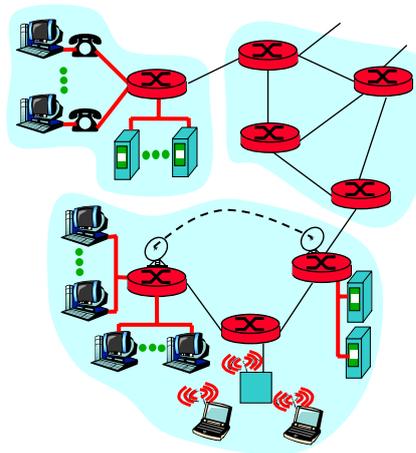
Réseaux d'accès et média physique

Q: Comment connecter les terminaux au routeur de bordure?

- Accès résidentiel
- Accès institutionnel
- Réseau d'accès sans fil

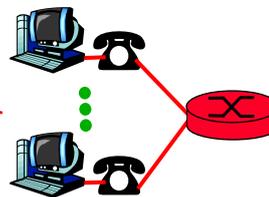
A prendre en compte:

- Bande passante (bits par seconde)?
- Partagée ou dédiée?



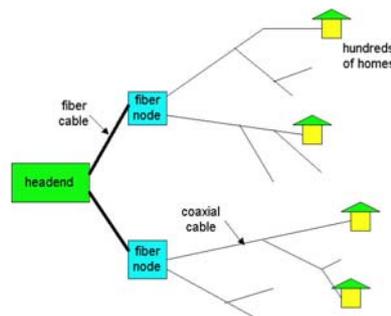
Accès résidentiel : accès point à point

- **Accès par ligne téléphonique via un modem**
 - Jusqu'à 56Kbps
- **ISDN:**
 - Accès numérique : jusqu'à 128Kbps
- **ADSL: asymmetric digital subscriber line**
 - Jusqu'à 1 Mbps du modem vers le DSLAM
 - Jusqu'à 8 Mbps du DSLAM vers le modem



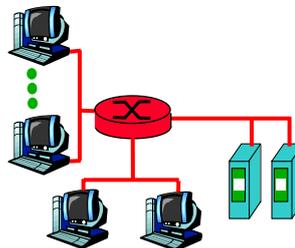
Accès résidentiels: le cable

- **Le cable est constitué de HFC (Hybrid Fiber Coax)**
 - Lien asymétrique: jusqu'à 10Mbps en voie descendante, 1 Mbps en voie montante
- **Réseau** de cables et de fibres optiques connectant les résidences aux ISPs
 - Le lien montant est partagé
 - Problèmes: congestion, dimensionnement



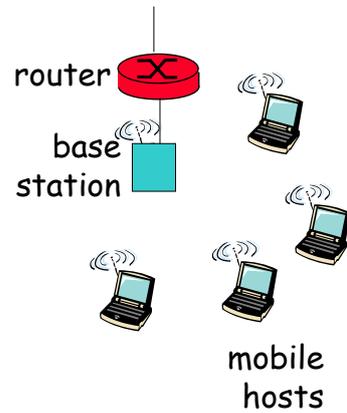
Accès institutionnel : réseaux locaux LAN

- Un réseau local (**LAN**) connecte les terminaux au routeur de cœur
- **Ethernet:**
 - Des liens partagés ou dédiés peuvent être utilisés
 - 10 Mbps, 100Mbps, Gigabit Ethernet



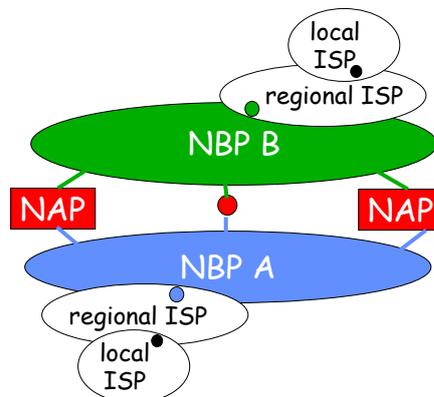
Réseaux d'accès sans fil

- Un accès partagé *sans fil* connecte les terminaux au cœur de réseau
- **LANs sans fils:**
 - Le câble est remplacé par le médium radio
 - e.g., Lucent Wavelan 10 Mbps
- **Boucle locale sans fil WLL (Wireless Local Loop)**
 - GPRS: extension du GSM à la transmission de données
 - UMTS: Universal Mobile Transmission System



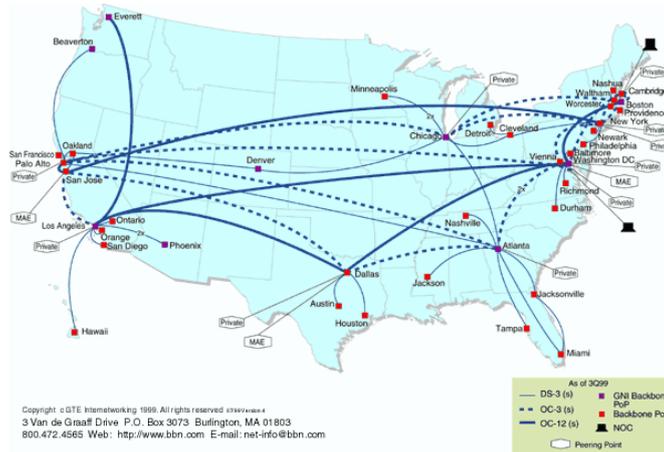
Structure Internet: réseau de réseaux

- Globalement hiérarchique
- **National/International Backbone providers (NBPs)**
 - e.g. BBN/GTE, Sprint, AT&T, IBM, UUNet
 - Connecte les réseaux ensemble soit de façon privé ou via un réseau public
- **ISPs régionaux**
 - Se connectent aux NBPs
- **ISP locaux**
 - Se connectent aux ISPs régionaux

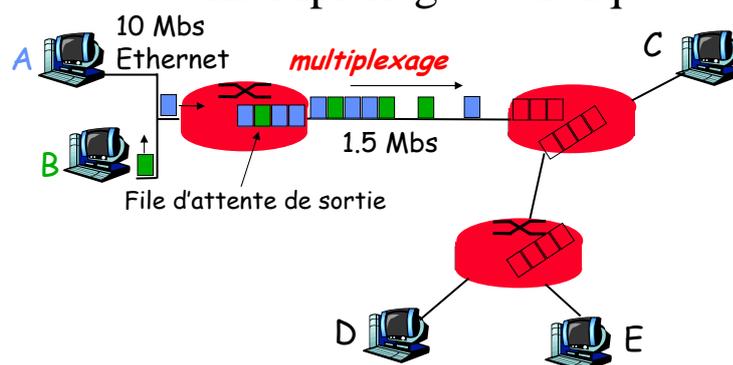


NBP

e.g. dorsale du réseau américain BBN/GTE



La commutation de paquets: un multiplexage statistique



Les paquets issus de A et B arrivent aléatoirement → *multiplexage statistique.*

En TDM chaque station aurait un nombre fixe de “slots” à sa disposition.

La commutation de paquets

Decoupage du flux entrant en paquets

- A et B se partagent les ressources du réseau
- chaque paquet utilise la totalité du débit utile
- les ressources sont utilisées en fonction du besoin

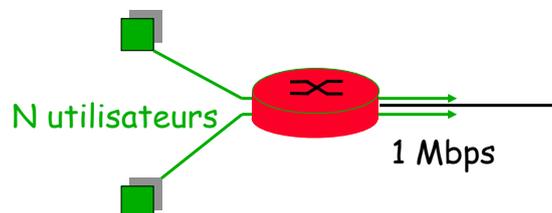
~~Pas de division du débit en slots
Pas d'allocation fixe de ressources
Pas de réservation~~

Contention pour l'usage des ressources :

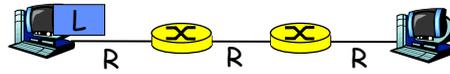
la demande peut excéder l'offre
congestion: mise en attente des paquets
store and forward :

Circuit vs Paquet

- Liaison 1 Mbit
- chaque application :
 - 100 kbps si "active"
 - active 10% du temps
- circuit :
 - 10 users
- paquet :
 - 35 utilisateurs , probabilité d'activité > 10 inférieure à 0.0004



Et le MTU?

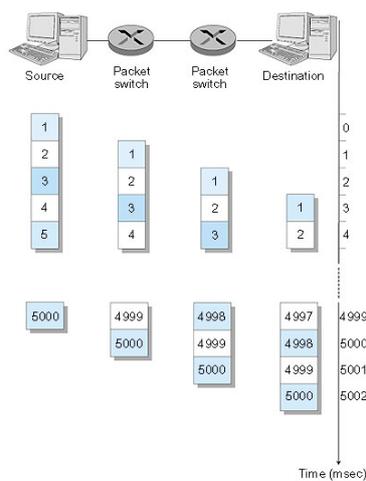


- $\text{delai} = 3L/R$

Exemple:

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

La fragmentation



5000 paquets de 1500 bits

1 msec par lien

pipelining:

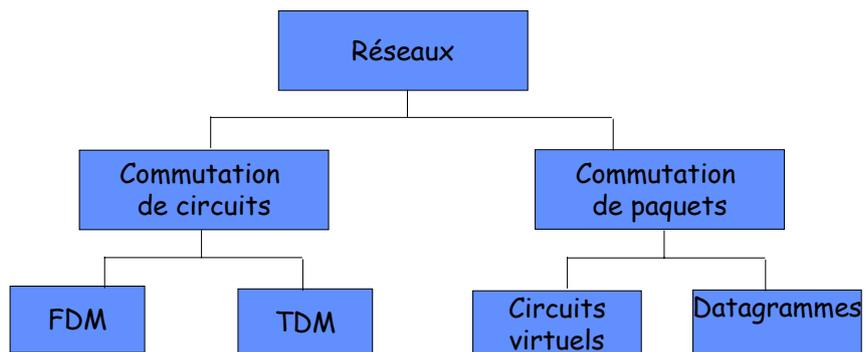
Delai réduit de 15 sec à 5.003 sec

500 paquets de 15000 bits?

L'acheminement dans les réseaux paquets

- **datagrammes :**
 - *L'adresse est portée par chaque paquet*
 - les routes peuvent changer pendant la session
 - optimal?
 - Traitement de chaque paquet
- **Circuit virtuel:**
 - chaque paquet transporte une étiquette
 - le chemin correspondant à l'étiquette est déterminé à l'établissement
 - *les routeurs doivent maintenir une information d'état*

Une taxinomie

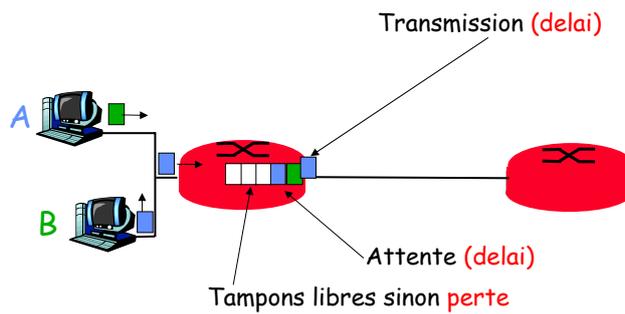


- Mode connecté ou non connecté

Pertes et retard?

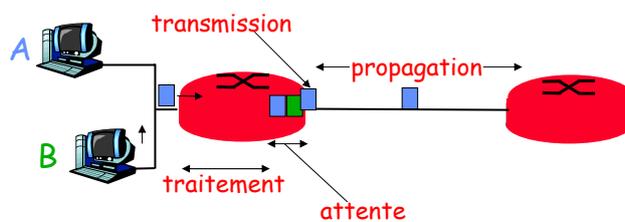
Mise en file d'attente dans les tampons

- Taux d'arrivée vs débit liaison de sortie et taux de service



Les quatre causes du retard (1)

- 1. Traitement:
 - contrôle d'erreur
 - recherche dans les tables
- 2. attente
 - dépend de la congestion au niveau routeur et/ou liaison



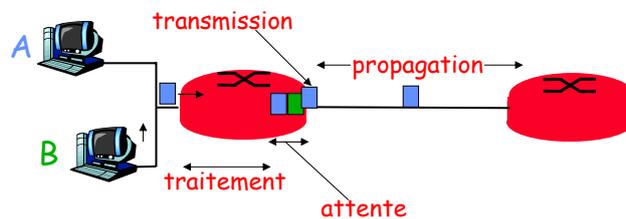
Les quatre causes du retard (2)

3. Transmission :

- R=débit (bps)
- L=longueur paquet (bits)
- temps de transmission =
 L/R

4. Propagation :

- d = longueur de la liaison
- s = vitesse de propagation sur
le medium ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- délai de propagation = d/s



Le retard sur un nœud

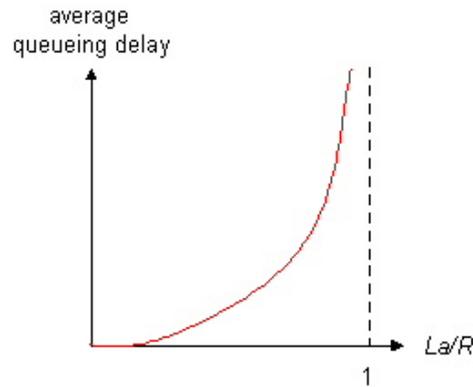
$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- d_{proc} = processing delay
– en général \leq quelques μs
- d_{queue} = queuing delay
– dépend de la congestion
- d_{trans} = transmission delay
– $= L/R$,
- d_{prop} = propagation delay
– de quelques μs à quelques centaines de ms

Le temps d'attente

- R =link bandwidth (bps)
- L =packet length (bits)
- a =average packet arrival rate

Intensité du trafic = La/R



Une bibliographie simplifiée

- Les références utilisées sont :
 - A. Tannenbaum, Réseaux (4ème édition) - Pearson Education 2003
 - W. Stallings, Data & Computer Communications (6th édition) - Prentice Hall 2000
 - C Servin, Réseaux et Télécoms - Dunod 2003
 - J. Kurose et K. Ross, Analyse Structurée des réseaux - Pearson Education 2003
- A un niveau élémentaire, on pourra utiliser pour se rafraîchir la mémoire :
 - E Titel, Réseaux - Ediscience 2003

Le site Web

<http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleSpecialisation/RCA/>

User 16463 pw 10102007

- Outil de communication
 - Information, organisation, généralités...
- Outil de travail
 - Accès restreint : mot de passe temporaire diffusé en cours
 - Exercices, simulation, etc...
- Outil de référence
 - compléments, webographie

Le tout est en conception/construction!

Merci de votre indulgence