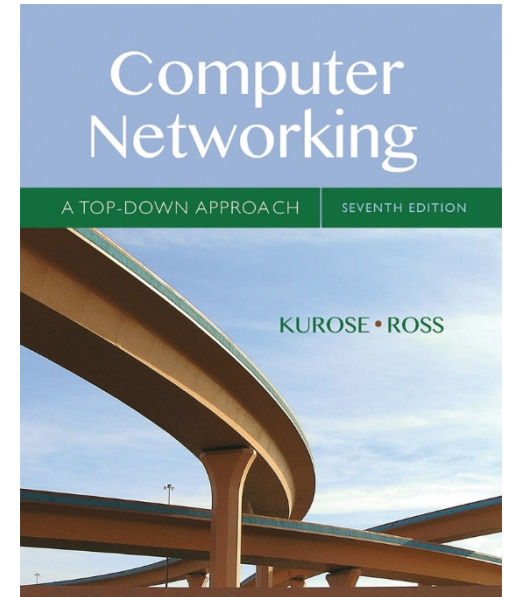


Chapitre I

Introduction



*Computer
Networking: A Top
Down Approach*
7ème édition
Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley
2017

Chapitre I: introduction

Objectifs:

- ❖ Avoir un premier contact et la terminologie
- ❖ Laisser les détails pour plus tard
- ❖ approche:
 - l'exemple de « Internet »

sommaire:

- ❖ Internet?
- ❖ Protocole?
- ❖ Réseaux d'accès; terminaux, liens
- ❖ Réseau d'infrastructure: commutation, transmission

Chapitre I : première partie

I.1 Qu'est ce que Internet?

I.2 réseaux d'accès

- terminaux,
- clients serveurs,
- liens

I.3 réseau d'infrastructure

- commutation de paquets,
- commutation de circuits,
- structure du réseau

Qu'est ce que l'Internet: vue concrète

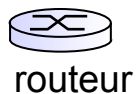
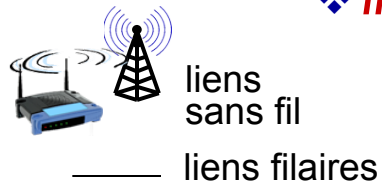


❖ millions d'équipements connectés:

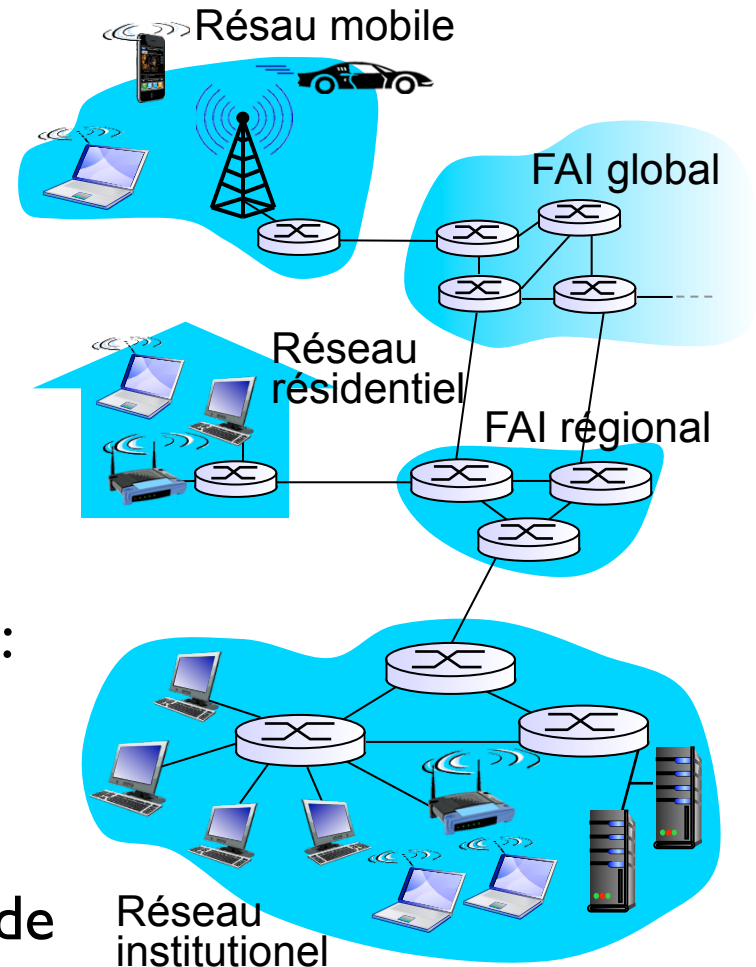
- *hôtes* = *terminaux*
- Exécutent des *apps réseaux*

❖ *liens de communication*

- fibre, câble, radio, satellite
- Taux de transmission: *bande passante*



❖ *Routeurs*: transfèrent les paquets (des morceaux de données)



Internet est partout



Cadre photo numérique
<http://www.ceiva.com/>



Grille pain connecté web



Réfrigérateur
connecté



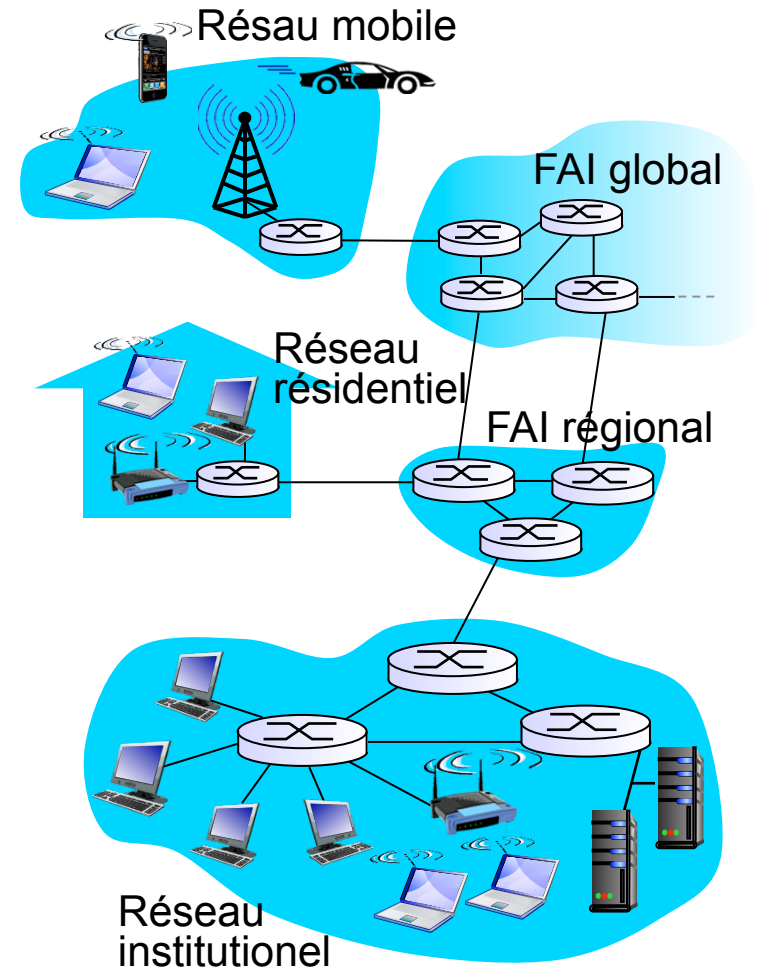
Tweet-a-watt:
Moniteur d'énergie intelligent



Téléphonie IP

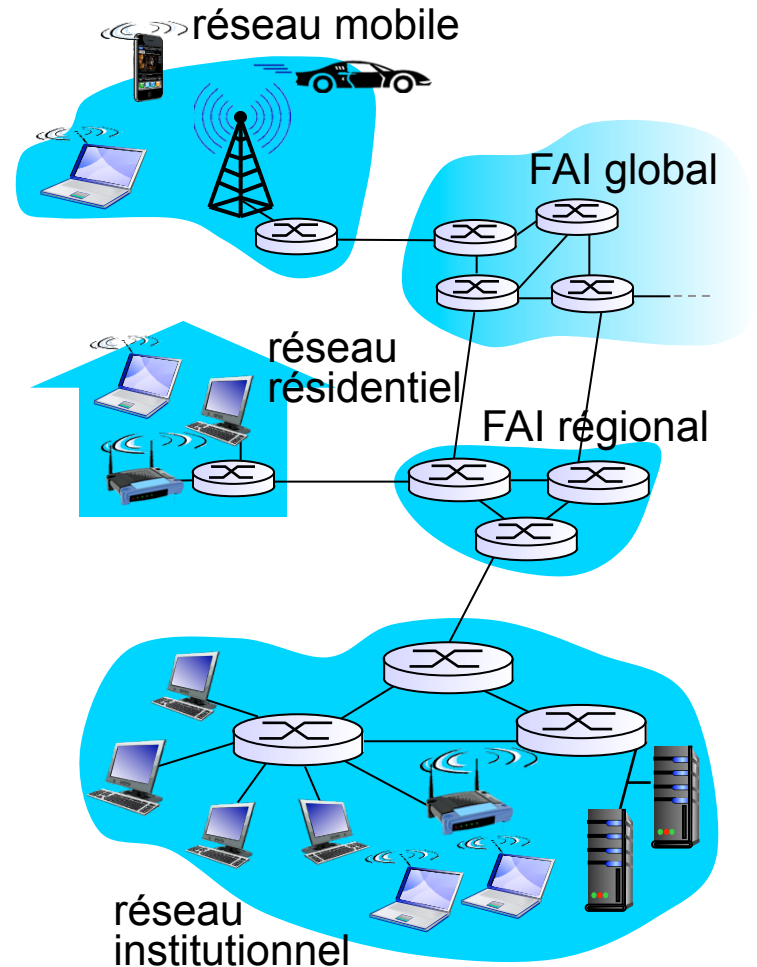
Internet: une vue de base

- ❖ **Internet: “réseau de réseaux”**
 - hiérarchique
 - interconnexions de FAIs
- ❖ **protocoles** contrôlent l’émission et la réception des messages
 - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, Ethernet
- ❖ **standards d’Internet**
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



Internet: une vue fonctionnelle

- ❖ *L'infrastructure de communication* permet des applications distribuées:
 - Web, VoIP, courriels, jeux, e-commerce, réseaux sociaux,...
- ❖ *Fournit des APIs*
 - permet aux applications de communiquer via Internet
 - fournit des services analogues à la **poste**



Protocole?

protocoles humains:

- ❖ “quelle heure est-il?”
- ❖ “J’ai une question”
- ❖ Introductions

...msgs spécifiques émis

...actions spécifiques prises
quand les msgs sont
reçus, ou autre
événement

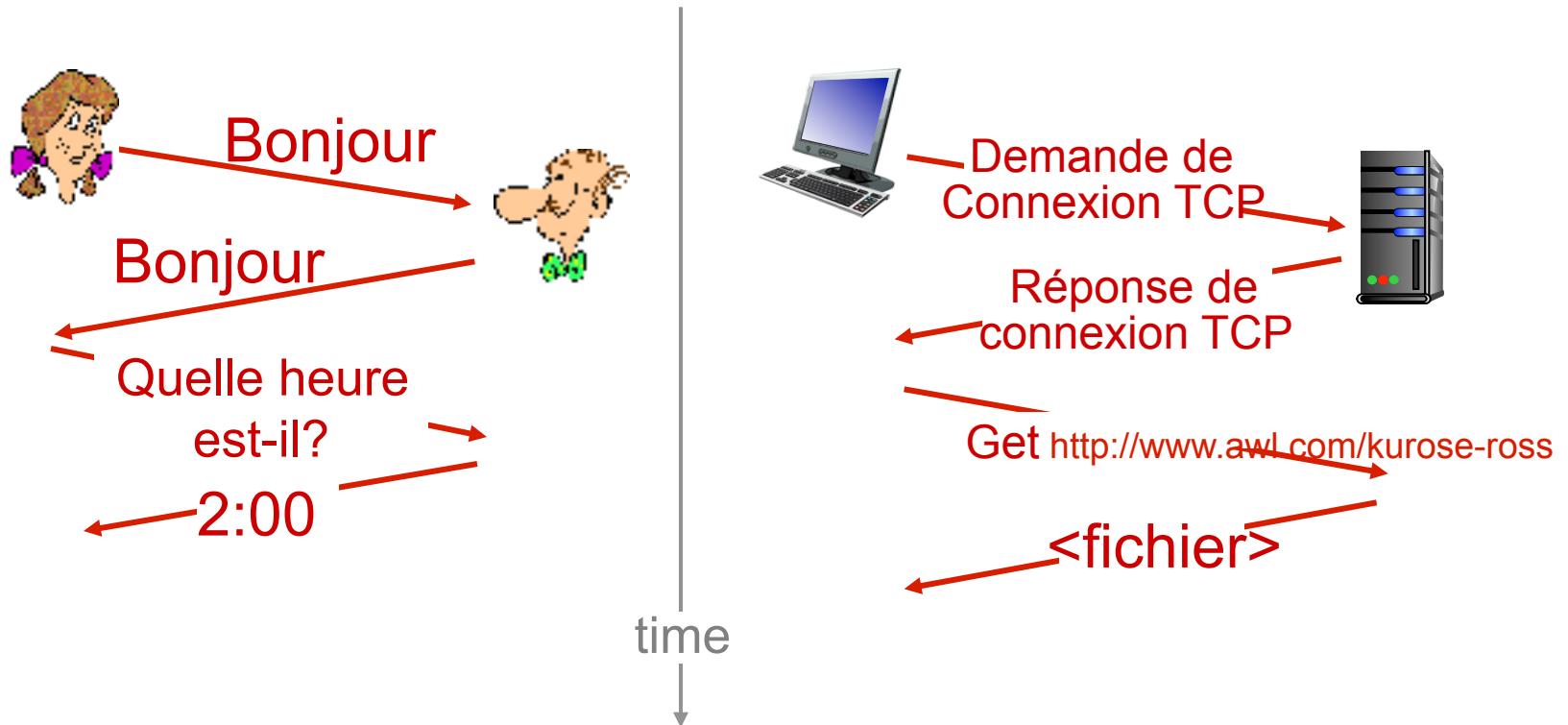
protocoles réseaux:

- ❖ Il s’agit plutôt de machines et pas d’humains
- ❖ Toutes les activités de communication dans Internet sont gérées par des protocoles

*protocoles définissent le **format**,
l’**ordre** des **msgs échangés** entre
les entités du réseau, et les
actions prises au moment de
leurs transmissions/réceptions*

Protocole?

protocole humain ou protocole réseau:



Q: d'autres protocoles humains?

Chapitre I : première partie

I.1 Qu'est ce que Internet?

I.2 réseaux d'accès

- terminaux,
- clients serveurs,
- liens

I.3 réseau d'infrastructure

- commutation de paquets,
- commutation de circuits,
- structure du réseau

Structure du réseau: vue rapprochée

❖ *Sur les bords du réseau:*

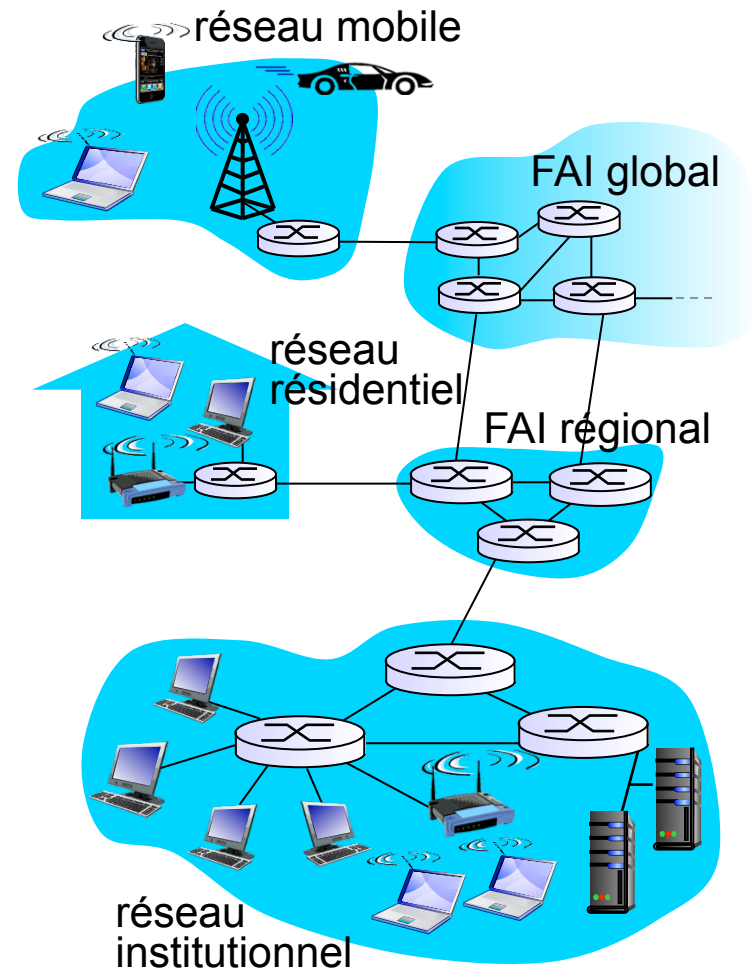
- hôtes: clients et serveurs
- Serveurs souvent dans les centres de données

❖ *Réseaux d'accès, média physique:*

- filaire, ou sans fil

❖ *réseau d'infrastructure:*

- routeurs interconnectés
- réseau de réseaux



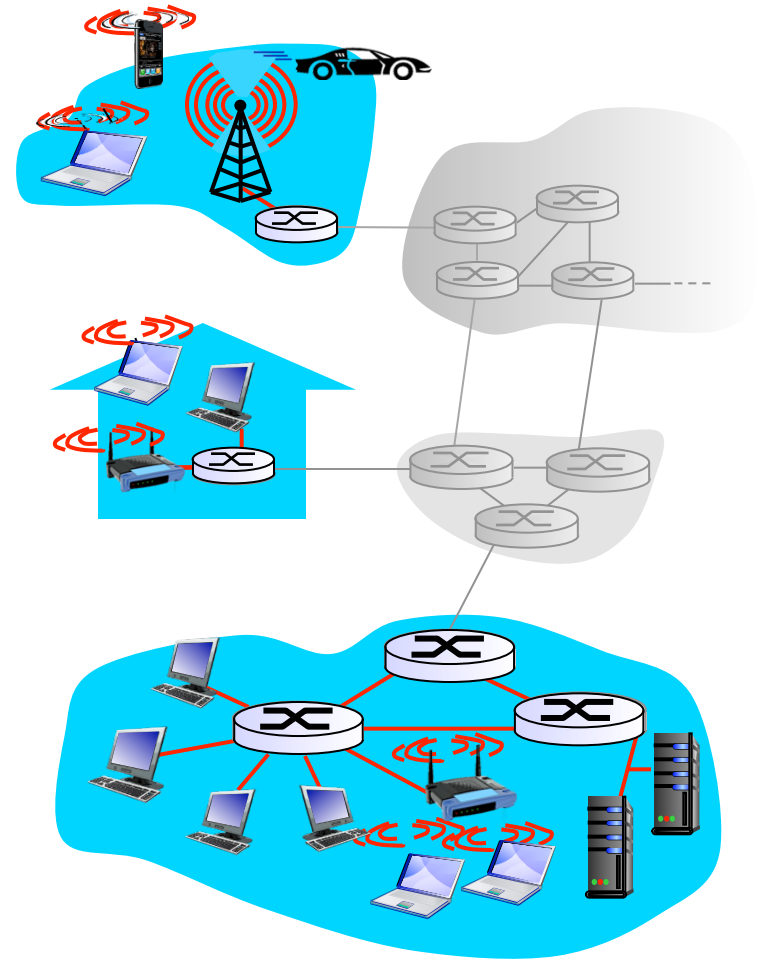
Réseaux d'accès et média physique

Q: Comment connecter un terminal au premier routeur?

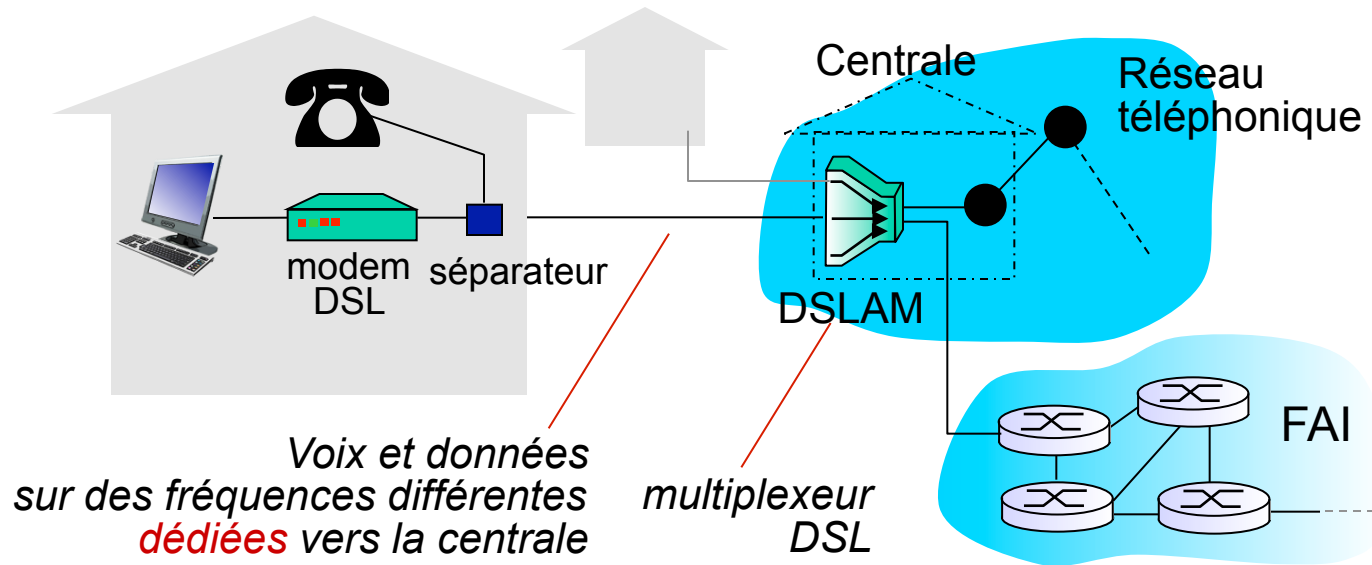
- ❖ réseau résidentiel
- ❖ réseau institutionnel (université, entreprise)
- ❖ réseau mobile

Notes:

- ❖ bande passante (bits par seconde) d'un réseau d'accès?
- ❖ Partagé ou dédié?

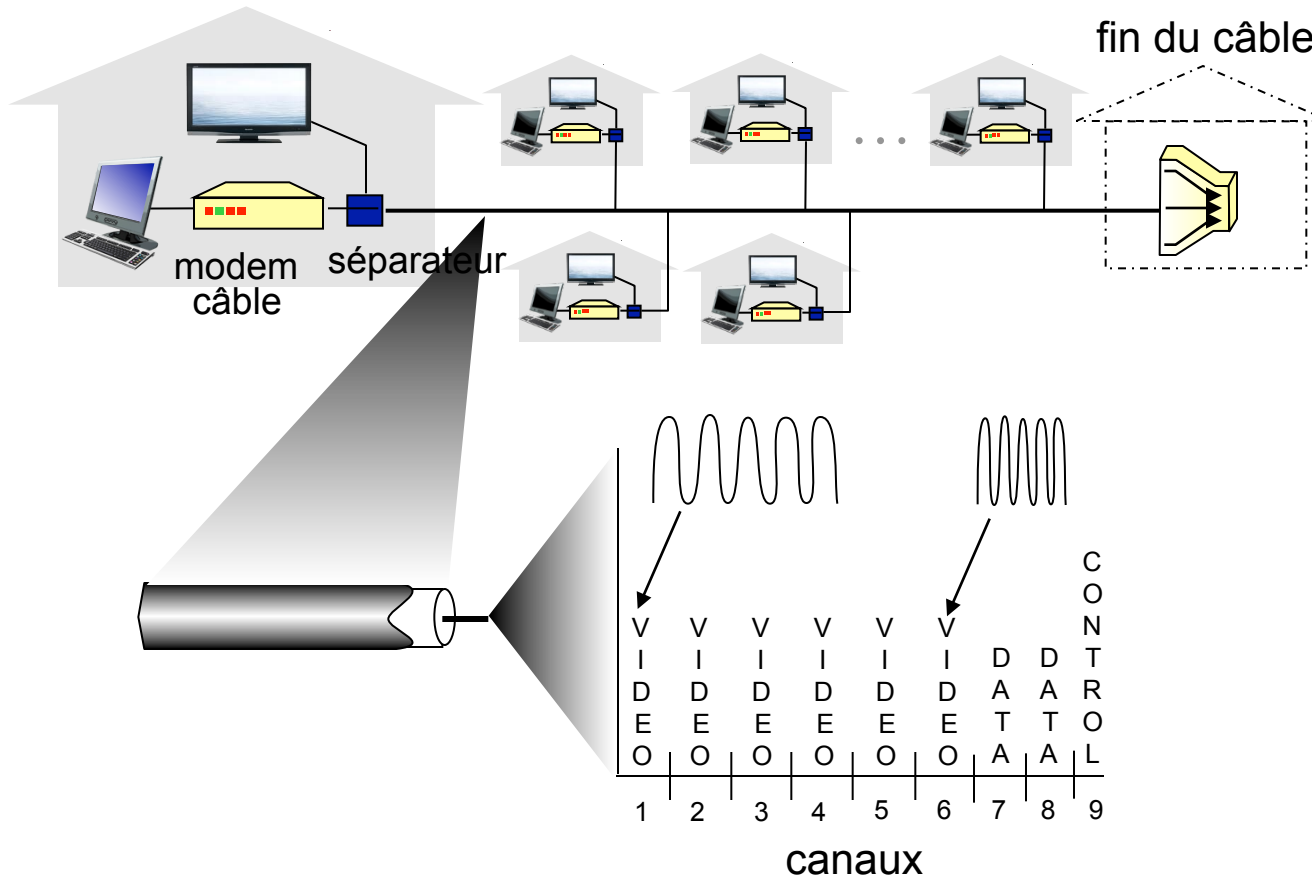


Réseaux d'accès: DSL



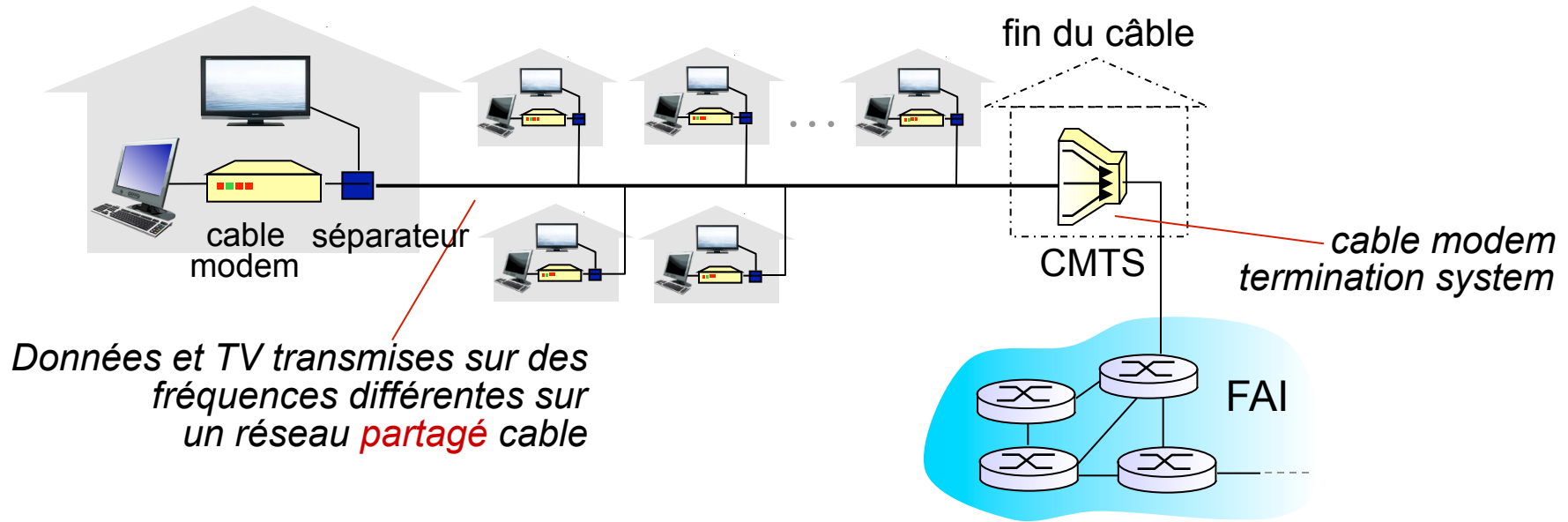
- ❖ utilise les lignes téléphoniques existantes jusqu'au DSLAM
 - données sur DSL partent vers l'Internet
 - voix sur DSL partent vers le réseau téléphonique
- ❖ < 2.5 Mbps taux montant (souvent < 1 Mbps)
- ❖ < 24 Mbps taux descendant (souvent < 10 Mbps)

Réseaux d'accès: réseau câblé



Multiplexage par répartition de fréquence: transmission sur différentes bandes de fréquence

Réseaux d'accès: réseau câblé



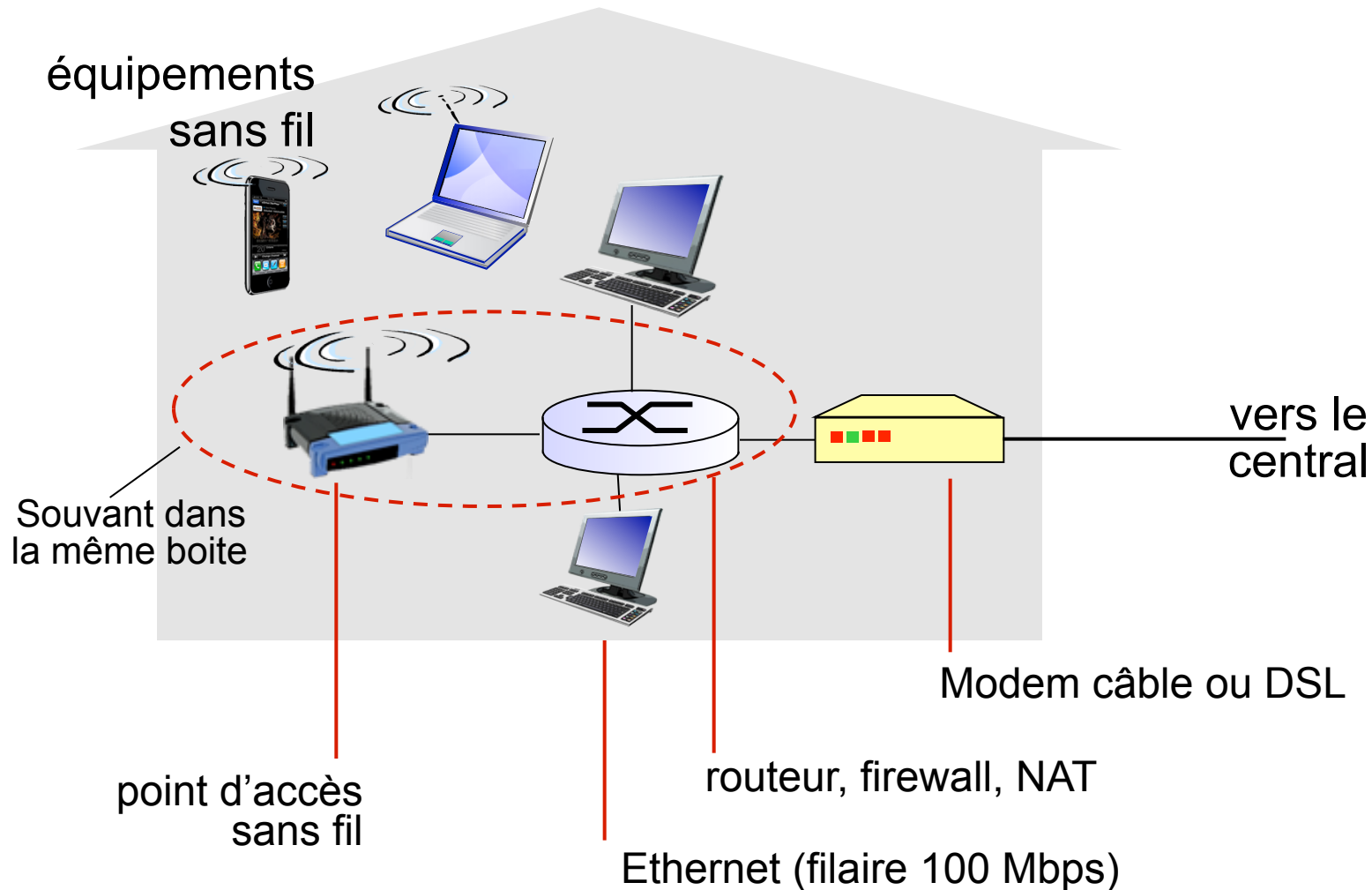
❖ HFC: hybrid fiber coax

- asymétrique: jusqu'à 30Mbps débit descendant, 2 Mbps débit montant

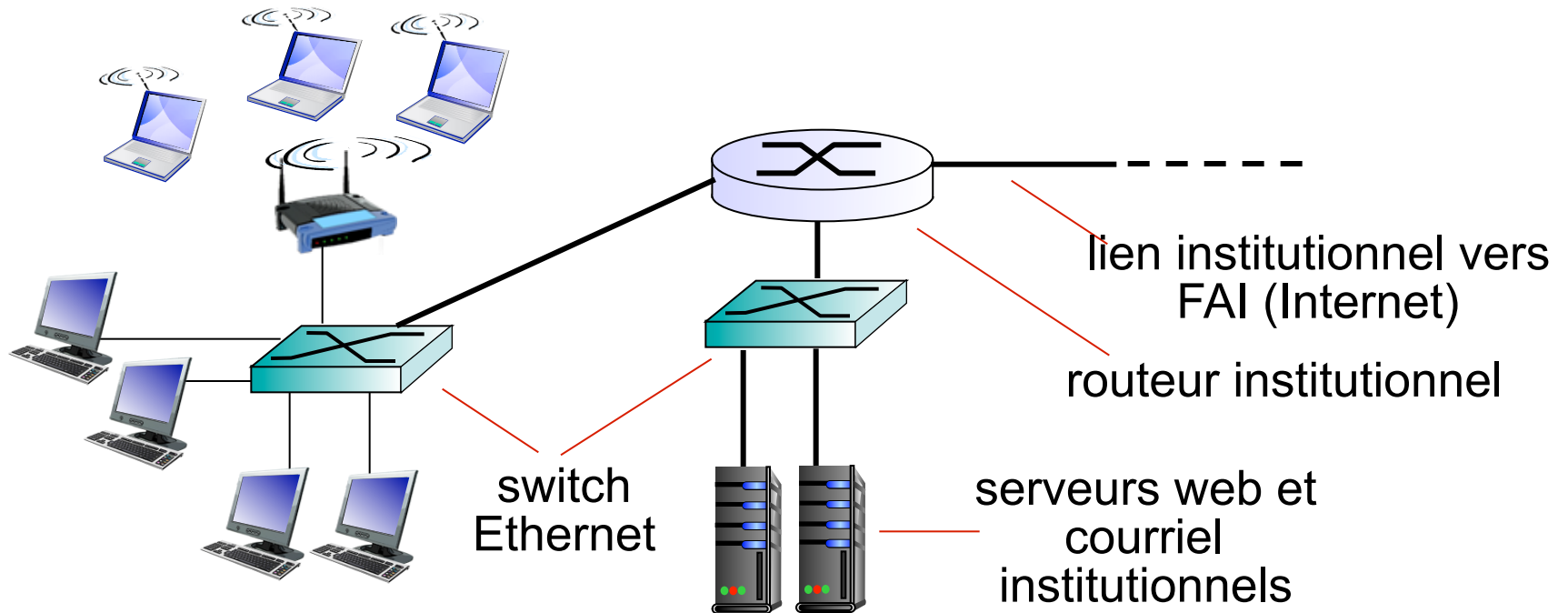
❖ réseau de câble et de fibres reliant les maisons aux FAIs

- Accès partagée par les maisons
- Différent de DSL (partagée vs. dédiée)

Réseaux d'accès: un réseau résidentiel



Réseaux d'accès: réseau d'entreprise



- ❖ entreprises, universités, etc
- ❖ 10 Mbps, 100Mbps, 1 Gbps, 10Gbps taux de transmission

Réseaux d'accès sans fil

- ❖ Accès sans fil partagé connectant les terminaux à un routeur
 - via une station de base alias “point d'accès”

LANs sans fil (WLAN):

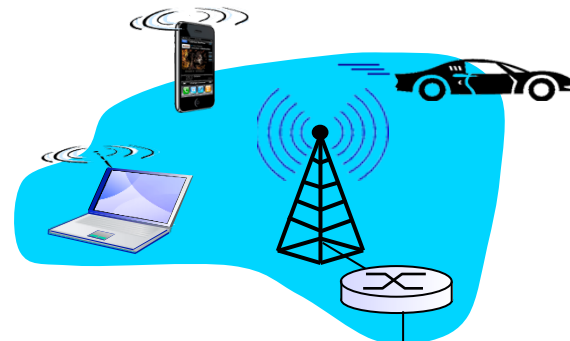
- Une trentaine de mètres
- 802.11b/g (WiFi): 11, 54 Mbps



vers Internet

Réseau étendu sans fil (WWAN)

- Fournit par les opérateurs téléphoniques, 10's km
- entre 1 et 100 Mbps
- 3G, 4G: LTE



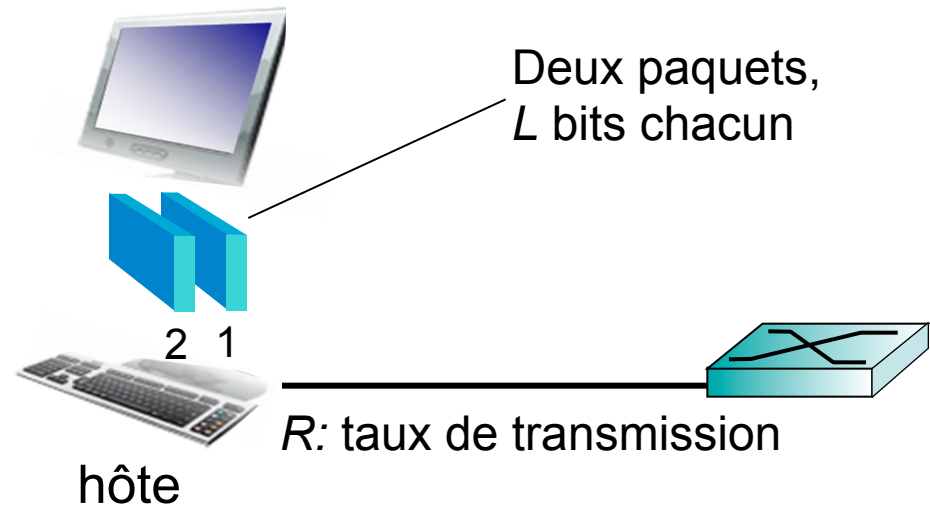
vers Internet

Terminal: émet des *paquets* de données

Fonctionnement:

- ❖ Reçoit le message de l'app
- ❖ Divise en petits morceaux, appelés *paquets*, de tailles *L* bits
- ❖ transmet chaque paquet au réseau d'accès avec un *taux* *R*

- Taux de transmission, alias *capacité, bande passante*



$$\text{Délai de transmission du paquet} = \text{Temps pour transmettre paquet de } L\text{-bit vers le lien} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}}$$

Média physique

- ❖ **bit**: se propage entre émetteur et récepteur
- ❖ **lien physique**: se qui sépare l'émetteur et le récepteur
- ❖ **support de transmission guidé**:
 - les signaux se propagent sur un média solide
- ❖ **support non guidé**:
 - les signaux se propagent librement, ex. radio

paire torsadée (TP)

- ❖ Deux fils de cuivre isolés
 - Catégorie 5: 100 Mbps, 1 Gbps Ethernet
 - Catégorie 6: 10Gbps



Média physique : coax, fibre

câble coaxial:

- ❖ Deux conducteurs de cuivre concentriques
- ❖ bidirectionnel
- ❖ Large bande:
 - plusieurs canaux sur le câble
 - HFC



fibre optique:

- ❖ Fibre de verre transportant des impulsions lumineuses, impulsion = un bit
- ❖ Opère à haute vitesse:
 - transmission point-à-point (e.g., 10's-100's Gps)
- ❖ Taux d'erreur très bas:
 - peu de répéteurs;
 - immune au bruit électromagnétique



Média physique: radio

- ❖ Le signal est porté dans le spectre électromagnétique
- ❖ Pas de “fil” physique
- ❖ bidirectionnel
- ❖ Environnement de propagation influence par:
 - réflexion
 - obstruction par objets
 - interférence

radio link types:

- ❖ Micro-onde
- ❖ WLAN (ex., WiFi)
 - de 11 Mbps à 600 Mbps
- ❖ WWAN (ex., cellulaire)
 - 3G cellulaire: quelques Mbps
 - 4G : quelques dizaines de Mbps
- ❖ satellite
 - Kbps à 45Mbps
 - un délai de 270 msec
 - géostationnaire vs. orbite basse

Chapitre I : première partie

I.1 Qu'est ce que Internet?

I.2 réseaux d'accès

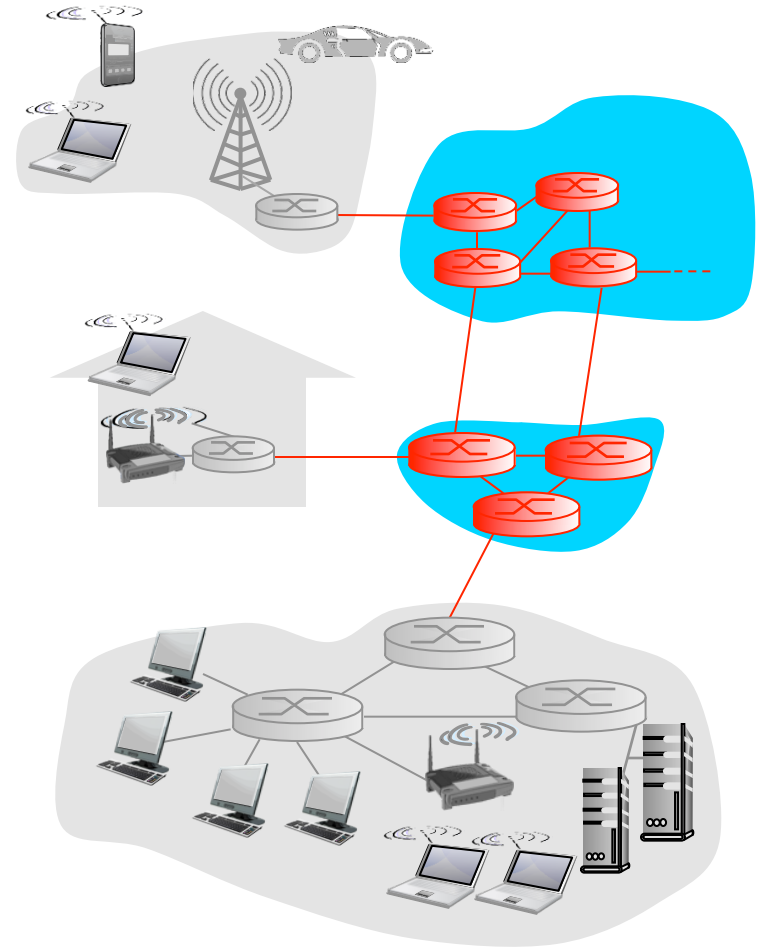
- terminaux,
- clients serveurs,
- liens

I.3 réseau d'infrastructure

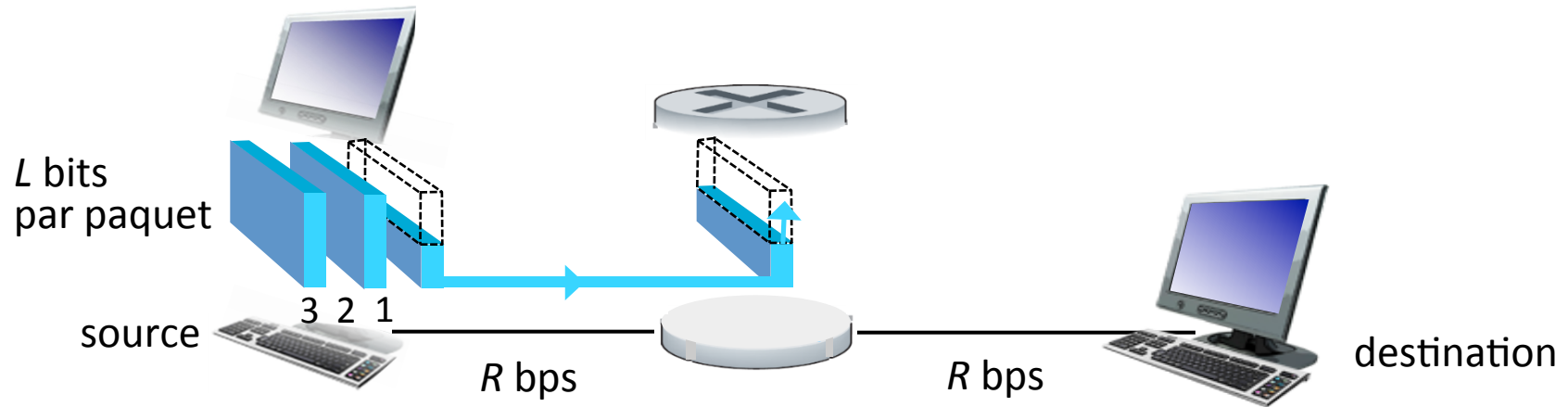
- commutation de paquets,
- commutation de circuits,
- structure du réseau

Le réseau d'infrastructure

- ❖ un ensemble de routeurs interconnectés
- ❖ **commutation de paquets:**
les messages sont découpés en plusieurs paquets
 - les paquets sont transférés de routeur en routeur dans un chemin de la source vers la destination
 - chaque paquet utilise la capacité totale du lien



Commutation de paquets: store-and-forward (mode différé)



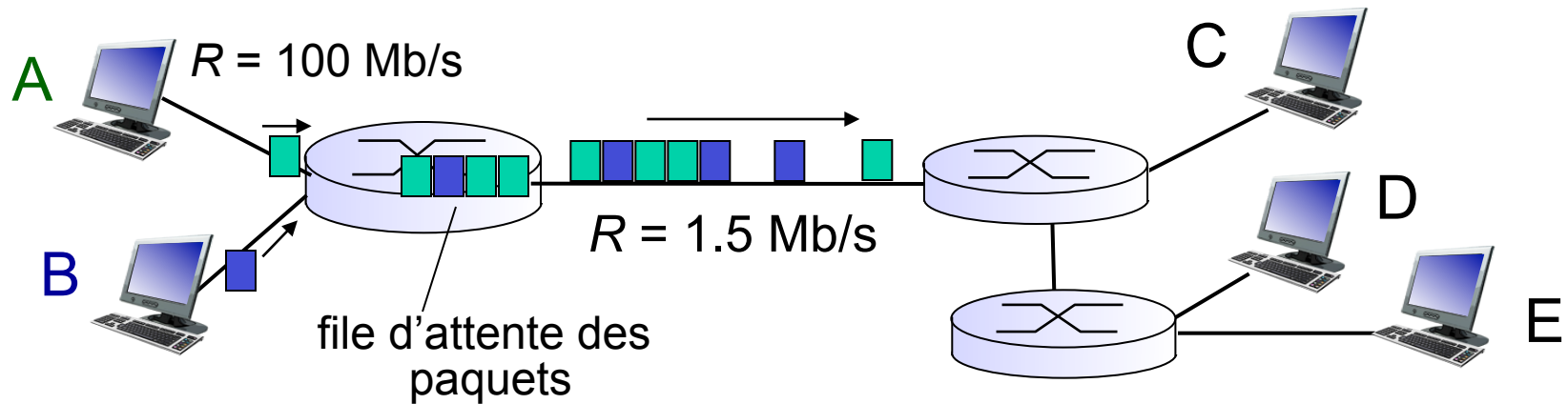
- ❖ prend L/R secondes pour transmettre tout le paquet au lien à R bps
- ❖ *store and forward*: tout le paquet doit arriver au routeur avant le transfert vers l'autre lien
- ❖ délai = $2L/R$ (en supposant un délai de propagation nul)

exemple numerique (1 saut):

- $L = 7.5$ Mbits
- $R = 1.5$ Mbps
- délai pour un saut=5sec

} tout sur les délais la semaine prochaine...

Commutation de paquets : délai dans la file, perte



file d'attente et perte:

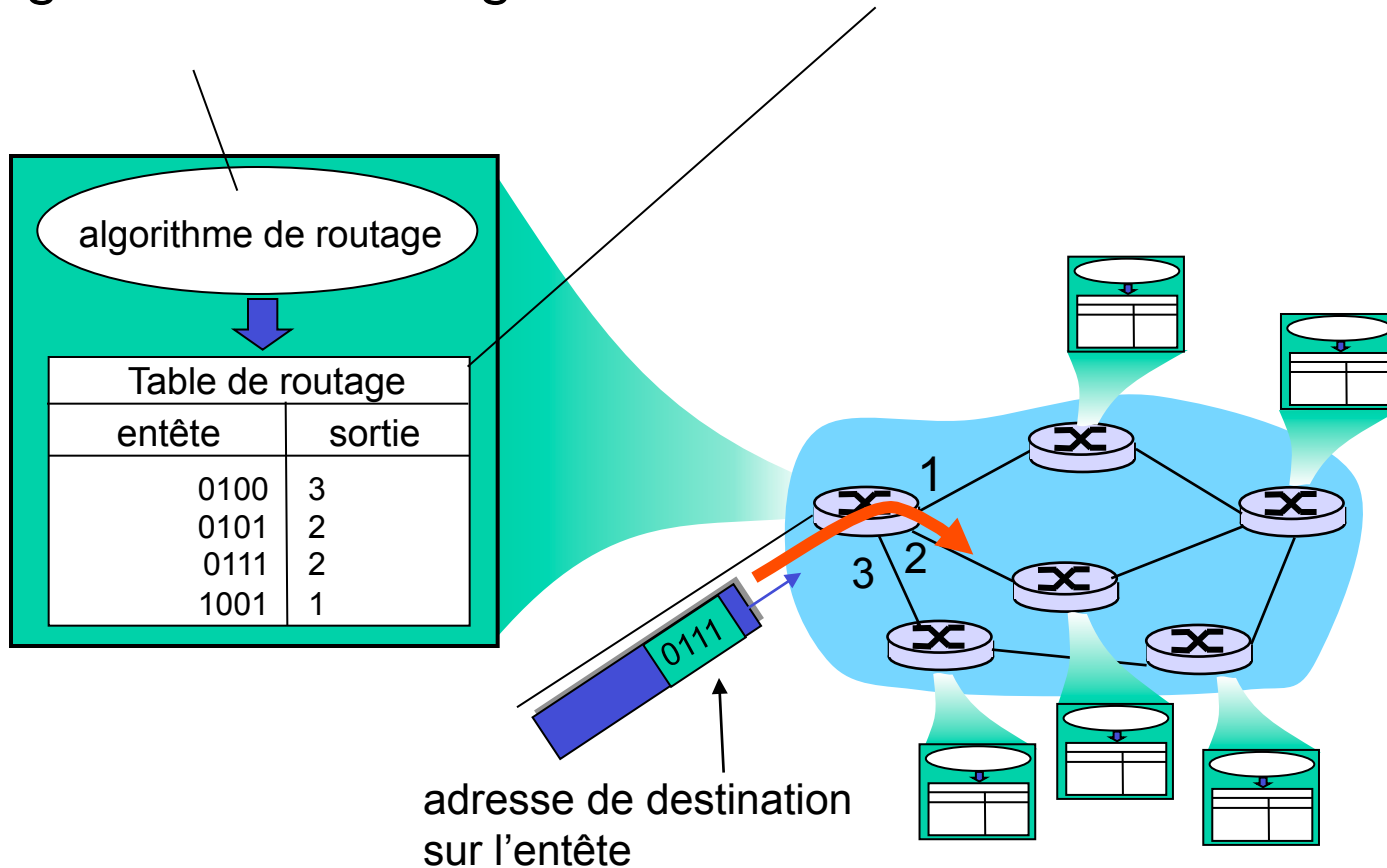
- ❖ Si le taux d'arrivée (en bits) est supérieur au taux de transmission pendant une période:
 - paquets vont se mettre dans la file en attente de transmission
 - paquets peuvent être supprimés si la file est pleine

Commutation de paquets : acheminement

routing: déterminer les routes entre sources et destinations

- *algorithmes de routage*

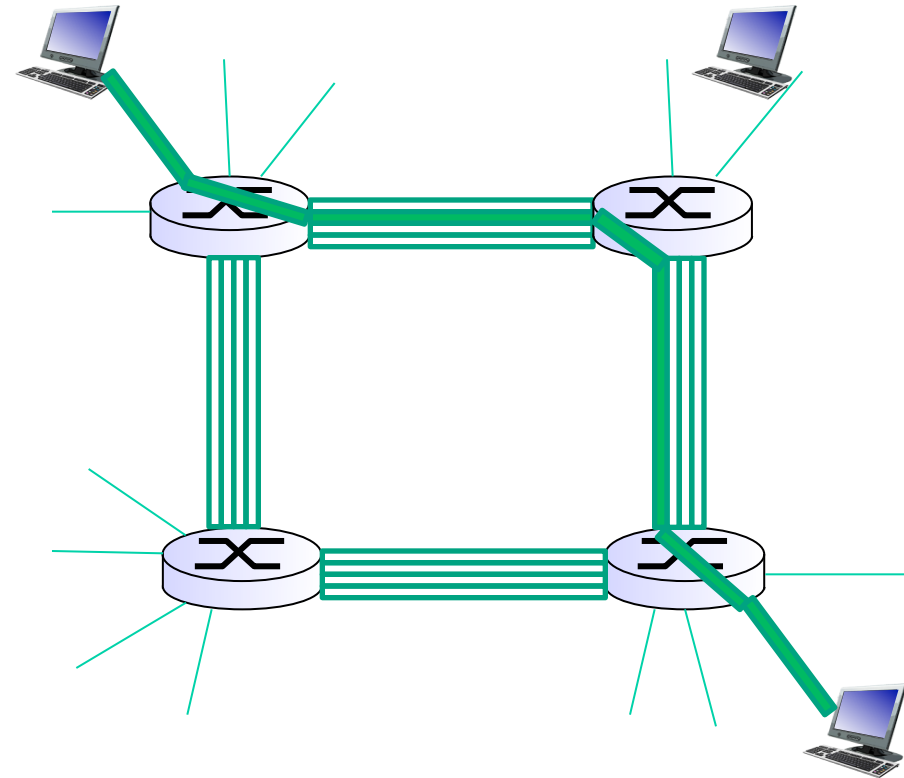
Acheminement: passer les paquets de l'entrée vers la bonne sortie



Commutation de circuits

Réservation des ressources de bout en bout pour la durée de l'<appel> :

- ❖ chaque lien possède quatre circuits
 - l'appel prend le circuit 2 en haut et le circuit 1 à droite.
- ❖ ressources dédiées
 - pas de partage
 - performances garanties
- ❖ un segment du circuit reste non utilisé si libre
- ❖ besoin d'établissement de connexion

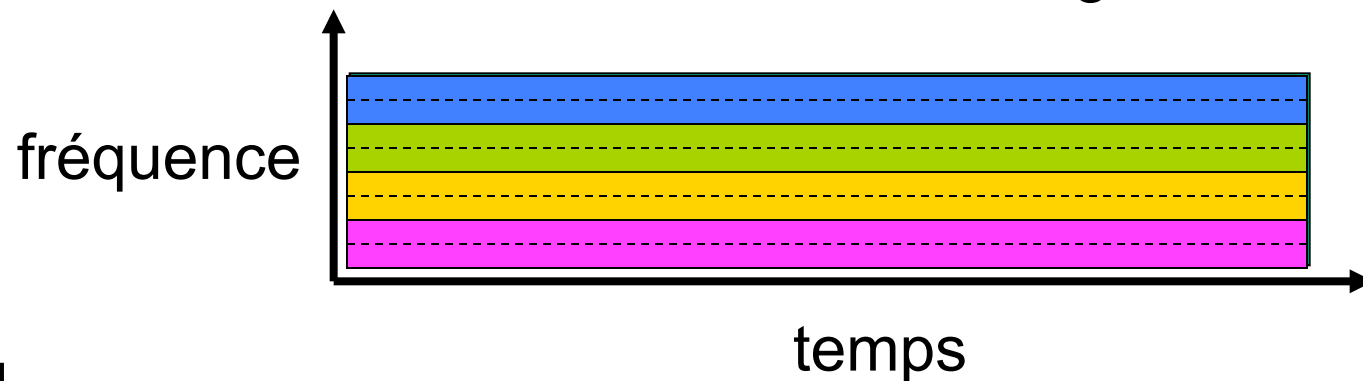


Commutation de circuits: FDM vs. TDM

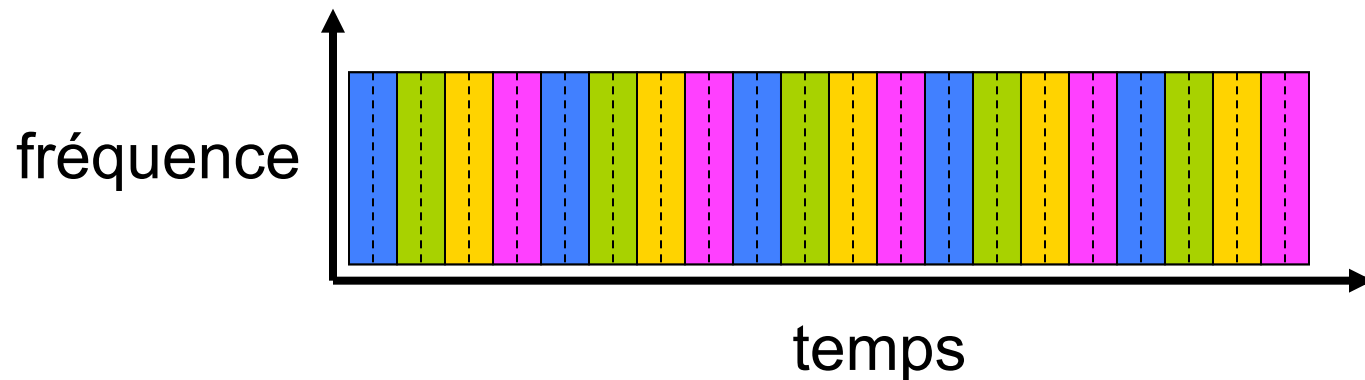
FDM

Exemple:

4 usagers ■ ■ ■ ■



TDM



Exemple numérique

Quelle est la durée nécessaire pour transmettre 640,000 bits de A vers B sur un réseau à commutation de circuits?

- ❖ Tous les liens sont à 1.536 Mbps
- ❖ Chaque lien utilise TDM avec 24 slots/sec
- ❖ 500 msec pour établir un circuit

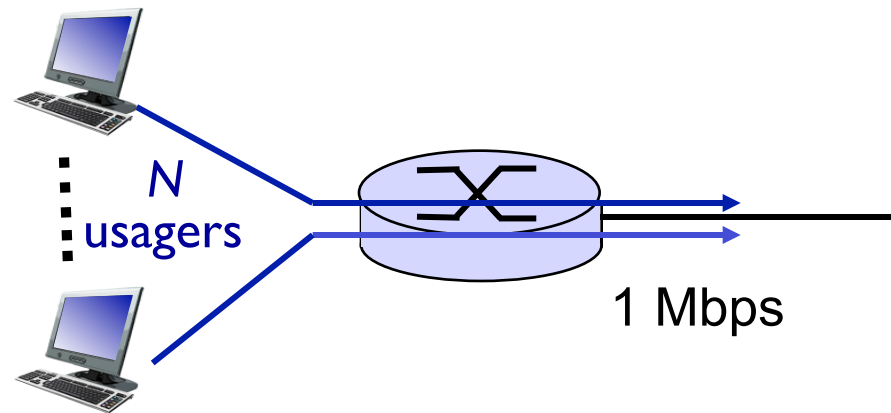
Alors!

Commutation: Paquet vs. Circuit

Commutation de paquets permet plus d'utilisateurs dans le réseau!

exemple:

- lien à 1 Mb/s
- chaque utilisateur:
 - 100 kb/s si “actif”
 - actif pendant 10% du temps



❖ *Commutation de circuits:*

- 10 utilisateurs

❖ *Commutation de paquets:*

- avec 35 utilisateurs, probabilité > 10 actifs en même temps est moins que 0.0004

Commutation: Paquet vs. Circuit

Est-ce que la commutation de circuits est déjà “KO?”

- ❖ Très bon pour le trafic sporadique
 - Partage de ressources
 - Plus simple, pas d'établissement de connexion
- ❖ **congestion excessive possible:** délai et perte
 - Besoin de protocoles pour un transfert fiable de données, contrôle de congestion
- ❖ **Q: Comment imiter une commutation de circuits?**
 - certaines applications ont besoin d'une garantie de bande passante
 - un grand défi de recherche (chapitre 7)

Q: analogies avec la vie quotidienne?