

heig-vd

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion  
du Canton de Vaud

## Chapitre I

Notions de base



I. Notions de base

1

Qui s'intéresse aux réseaux?  
Qu'est-ce qu'un réseau?

I. Notions de base

2

## Applications privées

- Facebook, Twitter
- Skype (Voix sur IP)
- Wikipédia
- Courrier électronique
- P2P: Napster (mort en 2000), BitTorrent,...
- Journaux en ligne
- Articles de conférences et de journaux
- Commerce électronique (Amazon, postfinance, Expedia/Ebookers, banques, ...)
- Radio et TV en ligne (IPTV, interactif)
- Réseaux de capteurs, informatique ubiquitaire

I. Notions de base

3

## Commerce en ligne

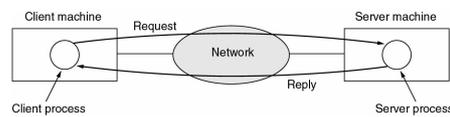
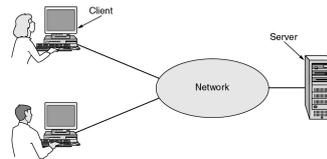
Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books on-line
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products on-line
P2P	Peer-to-peer	File sharing

I. Notions de base

4

## Applications professionnelles

- Partages des ressources: imprimantes, serveurs de stockage, information (état des stocks, rapports financiers, fiches produits, données fiscales,...)
- Réseaux privés: VPNs
- Voix-sur-IP, téléphonie IP
- Principe: client-serveur



I. Notions de base

5

## Quel utilisateurs? De plus en plus nomades...

- Smartphones, tablets (iPads,...): en forte croissance.
  - Utilité: films, messagerie, browsing, téléphonie,...
- **Connectivité**: clé du succès!
  - Réseau WiFi ou cellulaire?
- **Hotspots**: forment un patchwork (Starbucks, hôtels, aéroports, écoles, trains,...)



I. Notions de base

6

## Quelques observations...

- En 1995: Qui aurait prédit **le succès des SMS** (Swisscom n'avait pas activé le service)?
- La **convergence** entre la téléphonie et l'informatique a eu lieu, finalement...
- Smartphones: téléphonie+informatique
- Positionnement des téléphones:**GPS** -> ouvre plein de possibilités: itinéraires, recherche de services à proximité (restaurants, station d'essence,...)
- **M-commerce**: le téléphone va remplacer la carte de crédit bientôt (communication en champ proche, NFC)
- Réseaux de capteurs, wearable clothes,...

I. Notions de base

7

## Aspects sociaux

- Revers de la médaille: Mauvais utilisation de ces nouveaux moyens de diffusion facile (extrémisme politique, insultes, opinions choquantes,...)
- Principe de neutralité pour les opérateurs: Que faut-il laisser passer? Que bloquer?
- DMCA (Digital Millenium Copyright Act): protection du droit d'auteur
- Espionnage du trafic informatique (gouvernements, entreprises avec des cookies, envoi de publicité ciblée à partir des informtaions de Gmail, ...)

I. Notions de base

8

## Aspects sociaux

- **Opérateurs:** savent quel hôpital vous fréquentez, si vous allez en boîte de nuit,...
- Déclarations (éventuellement fausses) **anonymes** sur des politiciens, professeurs, officiers supérieurs (par vengeance?)
- **Informations non vérifiées:** du lycéen en échec au Prix Nobel...
- Piratage de votre ordinateur: virus pour voler votre mot de passe, *botnets*, *phishing* (se font passer pour un interlocuteur de confiance)... - > développement de *captcha* (image déformée).
- **Sécurité:** très chère!

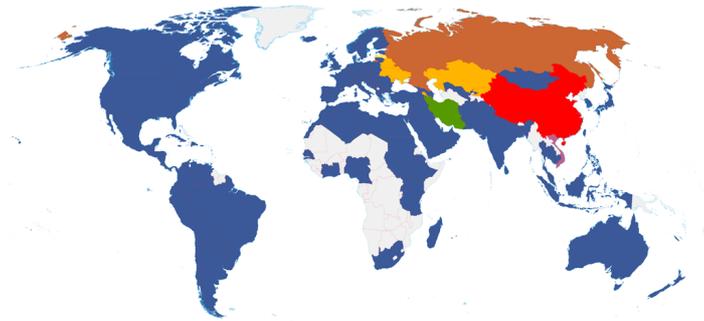
## Facebook partout (presque)



## Autres réseaux sociaux

### WORLD MAP OF SOCIAL NETWORKS

June 2012



Facebook OZone V Kontakte Odnoklassniki Draugiem  
Zing Cloob

credits: Vincenzo Cosenza vincos.it

license: CC-BY-NC

sources: Google Trends for Websites/Alexa

I. Notions de base

11

## Twitter (USA)



I. Notions de base

12

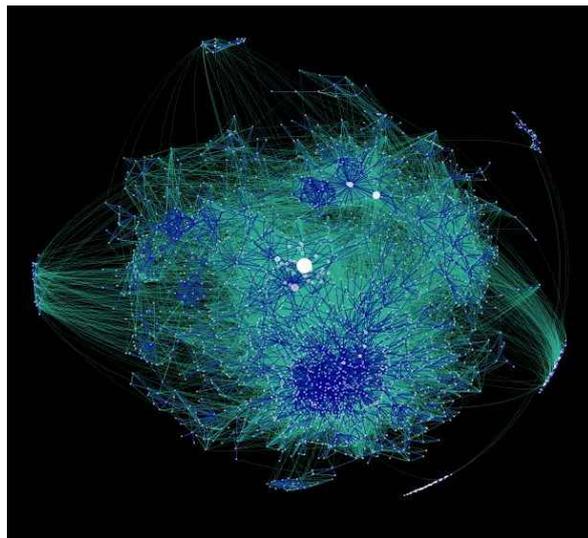
## Twitter (EU)



I. Notions de base

13

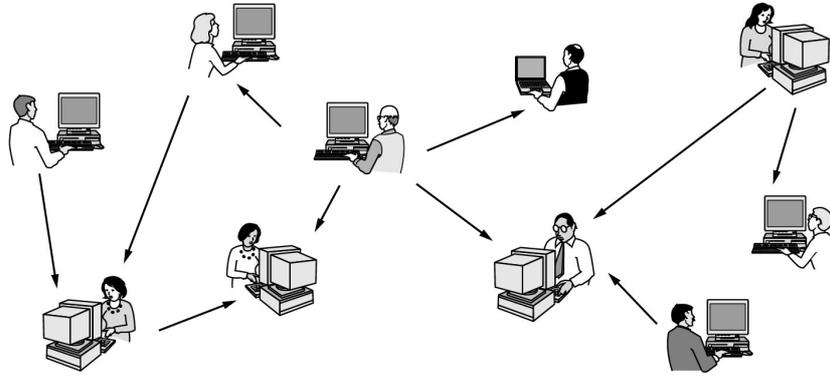
## Internet



I. Notions de base

14

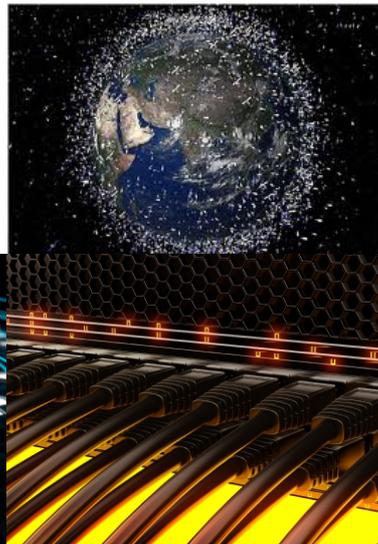
## Réseaux peer-2-peer



I. Notions de base

15

## Réseaux d'accès



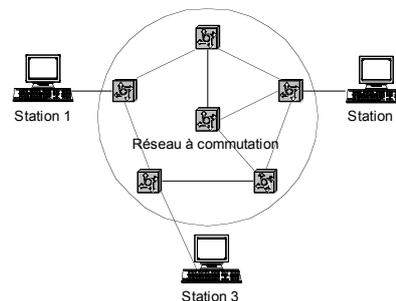
16

## But du chapitre

- Connaître types de réseaux **PAN, LAN, MAN, et WAN**.
- Connaître les différentes topologies (**bus, anneau, étoile, maillée**) et leurs avantages et désavantages.
- Connaître les différentes **techniques de commutation (circuits, messages, paquets)**
  - mode de fonctionnement,
  - leurs caractéristiques
  - et leurs domaines d'application.

## Réseaux d'ordinateurs

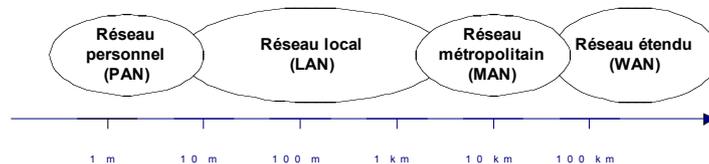
- Interconnexion d'ordinateurs
  - Échange de données
  - Partage de ressources
  - Voix, vidéo
- L'**interconnexion directe** est impossible pour un nombre élevé d'ordinateurs
- **Réseaux à commutation**
  - Nœuds intermédiaires
  - Transmission à travers plusieurs nœuds



*Réseaux d'ordinateurs :*  
*“Ensemble interconnecté d'ordinateurs autonomes”*

## Classification des réseaux

- Selon leur taille
  - L'étendu géographique détermine la technologie appropriée
  - La taille détermine l'organisation administrative du réseau



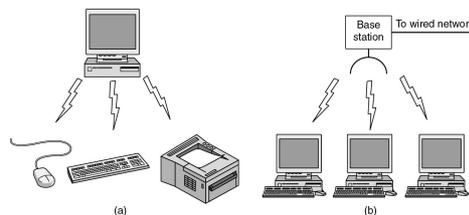
I. Notions de base

19

## Classification des réseaux (cont.)

### PAN (Personal Area Network)

- Interconnexion d'équipements personnels (téléphone mobile, ordinateur portable, ...)
- Principalement sans fil et avec support de mobilité
- Couvrent une distance de quelques mètres
- Technologies : Bluetooth et infrarouge



I. Notions de base

20

## Classification des réseaux (cont.)

### LAN (Local Area Network, réseau local)

- Réseaux privés des entreprises
  - Relient les ordinateurs, stations, équipements d'une entreprise
  - Administrés par l'entreprise
- Débit de quelques Mb/s à quelques Gb/s
- Taille jusqu'à quelques kilomètres
- Technologies : Ethernet, WLAN



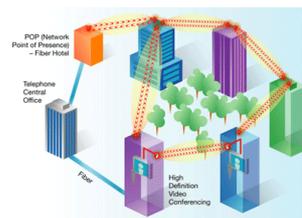
I. Notions de base

21

## Classification des réseaux (cont.)

### MAN (Metropolitan Area Networks)

- Couvrent une ville, un campus
- Relient les sous-réseaux LAN entre eux et avec l'extérieur
- Technologies similaires aux LAN
- Peuvent être publiques ou privés



### WAN (Wide Area Network, réseau longue distance)

- Couvrent un pays, un continent, ...
- Relient les réseaux LAN et MAN
- Opérés par de grands fournisseurs de réseaux
- Basés sur fibres optiques, faisceaux hertziens, satellites, ...

I. Notions de base

22

# Topologies des réseaux

*Topologie d'un réseau :*  
*Structure des interconnexions entre les éléments du réseau*

- Le choix de la topologie est influencé par
  - La taille du réseau
    - LAN, WAN
  - La technologie utilisée
    - Ethernet, Token Ring, ...
  - Les contraintes économiques
    - Équipement, câblage
  - Les services à offrir
    - Protection contre des pannes, Qualité de Service

## Topologies (cont.)

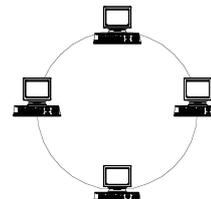
### Bus

- Un seul câble connecte plusieurs stations
- Une seule transmission est possible à chaque instant
  - Mécanisme d'arbitrage
- Utilisé dans les LAN



### Anneau

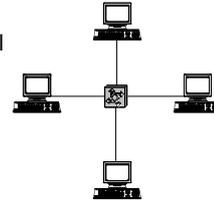
- Un segment de câble connecte deux stations
- Propagation (active!) du signal autour de l'anneau
  - Mécanisme d'arbitrage
- Utilisé dans les LAN, MAN (et les réseaux optiques)



## Topologies (cont.)

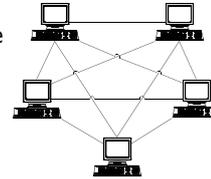
### Étoile

- Chaque station est connectée à un nœud central
- Le nœud central transmet les données reçues
  - à toutes les stations (→ similaire à un bus)
  - ou aux stations concernées
- Plusieurs transmissions simultanées sont possibles
- Utilisée dans les LAN modernes



### Maillée

- Complètement maillée : interconnexion totale
- Maillage partiel dans les réseaux de taille réaliste
- Utilisée dans les WAN



## Liaisons partagées et liaisons dédiées

- Exemple: réseaux sans fil
  - Toutes les stations utilisent un média partagé pour les transmissions : le canal radio partagé

### Liaison partagée

- Une seule transmission est possible à chaque instant
- Nécessite des mécanismes pour partager le canal
- Exemples : réseaux sans fil, topologie en bus, ...

### Liaison dédiée

- Transmission d'une seule station vers une autre

## Broadcast, multicast, point-à-point

Exemple : réseaux sans fil

- Les données sont diffusées à toutes les stations capables de recevoir

### Broadcast (diffusion)

- Permet de faire parvenir des données à toutes les stations en une seule transmission
- Peut présenter un risque de sécurité
- Réalisable sur un canal commun ou par une diffusion active par les nœuds

### Multicast (diffusion multi-point)

- Transmission de la même information à plusieurs récepteurs en une seule transmission

### Unicast (transmission point-à-point)

- Transmission entre une seule source et un seul destinataire
- Nécessite une fonction (complexe !) de recherche du chemin entre source et destinataire

## Commutation

### *Commutation :*

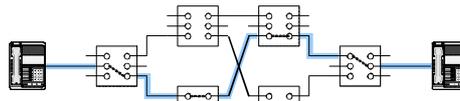
*Processus d'acheminement des données à travers le réseau*

- Trois types principaux de commutation
  - Commutation de **circuits** → Réseaux téléphoniques
  - Commutation de **messages** → eMail
  - Commutation de **paquets** → Internet

## Commutation de circuits

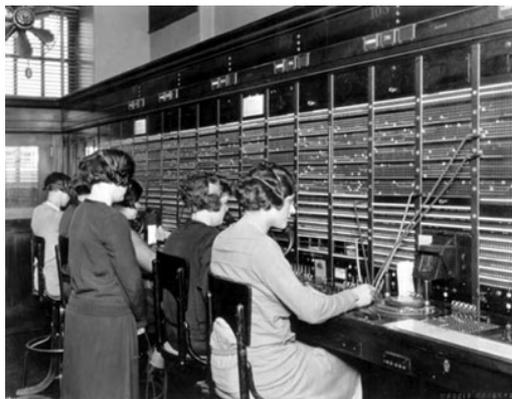
### Principe

- Établissement d'un circuit avant la communication par les commutateurs intermédiaires
- Le circuit est dédié à une seule communication
- Transmission d'un signal continu



- Utilisée dans les réseaux téléphoniques
  - Durée de l'établissement est petite par rapport à la conversation
  - Qualité et délai de transmission constants
- Mal adaptée au trafic téléinformatique
  - Courts échanges de données avec de longues pauses

## Commutation de circuits



*AT&T operators connecting transatlantic calls at the International switchboard in New York, circa 1930.*

<http://www.att.com/history/nethistory/switching.html>

# Multiplexage statique

## Multiplexage

« Partage d'une liaison entre plusieurs utilisateurs »

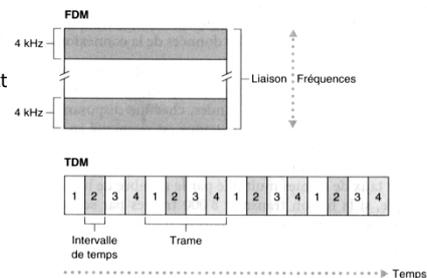
- Les réseaux à commutation de circuits utilisent deux méthodes de multiplexage

- Multiplexage fréquentiel (FDM)

- Une plage de fréquences fixe est attribuée à chaque utilisateur
- Cette bande passante permet de transmettre à un débit fixe

- Multiplexage temporel (TDM)

- Des intervalles de temps sont alloués périodiquement aux différents utilisateurs



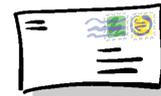
I. Notions de base

31

# Commutation de messages

Principe : transmission “*store and forward*”:

- Message : **bloc de données** (p.ex. un E-mail)
- La source passe le message au premier commutateur
- Le commutateur stocke le message jusqu'à ce qu'il puisse établir une connexion avec le prochain commutateur ou le destinataire



➤ **Temps de transit** dépend de la **taille du message**, de la **taille du réseau** et du **trafic**

- **Avantages**

- **Utilisation économique** des lignes de transmission
- Transfert même si le destinataire est déconnecté
- Diffusion économique d'un message à plusieurs destinataires
- Conversion de codes et formats possible

- **Inconvénient**: délais trop longs pour un **dialogue**

I. Notions de base

32

# Commutation de paquets

## Principe :

- Paquet : **petit bloc de données** (p.ex. 512 octets d'un eMail)
- La source **segmente** le message à transmettre en paquets et les transmet **l'un après l'autre** au premier commutateur
- Un commutateur transmet un paquet reçu **dès que possible** sans attendre les prochains paquets
- Le destinataire **re-combine** les paquets reçus pour obtenir le message
- **Avantages**
  - **Utilisation économique** de la ligne (multiplexage statistique)
  - La petite taille des paquets **évite de monopoliser la ligne**
  - **Conversion** de codes et de formats possible
- **Désavantages**
  - Délai de transfert **variable**
  - **Pertes** de paquets possibles

# Modèle de service

- Un réseau à commutation par paquets peut offrir différents services

## Service sans connexion (« Datagrammes »)

- Chaque paquet est **acheminé indépendamment** des autres
- Chaque paquet contient les **adresses source** et **destinataire**
  - **Service non fiable, sans garantie de délivrance, de l'ordre de réception ou des délais**

## Service orienté connexion

- Lors de l'établissement, des paramètres comme la vitesse de transmission, la taille des paquets, la numérotation des paquets, etc. peuvent être négociés
  - **Service fiable**

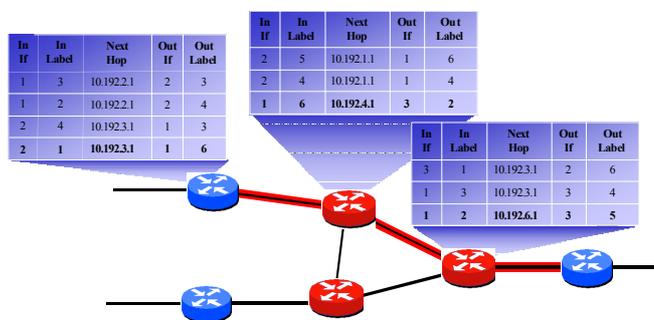
## Service avec circuit virtuel

### Circuit virtuel

- Connexion avec un chemin fixe à travers le réseau
  - Évite de prendre la décision d'acheminement pour chaque paquet
  - Un paquet contient l'identificateur du circuit virtuel mais non pas les adresses source et destinataire
- Service fiable, sans risque de déséquencement des paquets
- Traitement rapide des paquets par les commutateurs
- Services plus riches (réservation de ressources, ...)

## Identificateur de circuit virtuel

- Table de circuits virtuels sur chaque nœud
  - Contient l'identificateur du CV et toutes les informations nécessaires pour l'acheminement
- Pour éviter des conflits, les identificateurs de circuit virtuel n'ont qu'une signification locale, sur un seul lien
- L'identificateur est assigné saut par saut lors de l'établissement du CV



# Délais et pertes

Délai de transfert (délai de transit):

indique le temps total d'un paquet entre l'émission par la source et la réception par le destinataire final

Délai de traitement:

délai de calcul nécessaire à un noeud

- Vérification de la somme de contrôle, acheminement, ...

Délai d'attente:

Si la ligne de sortie est occupée, le paquet doit attendre dans un tampon de transmission

- Théorie des files d'attentes

Délai de transmission:

temps nécessaire pour placer les bits d'un paquets sur la ligne, à un débit donné

- $D_{trans} = L / R$  (L: longueur du paquet, R: débit en bits/s)

Délai de propagation:

délai du signal physique entre l'émetteur et le récepteur

- Dépend de la vitesse de propagation du signal (200'000 - 300'000 km/s)

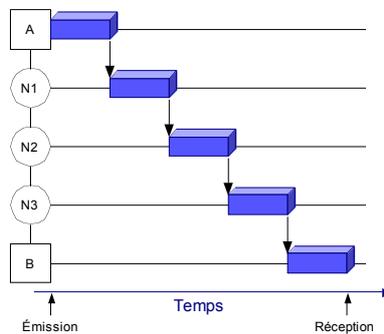
Perte d'un paquet:

Les files d'attente des noeuds étant limitées, un paquet arrivant est perdu si la file est pleine

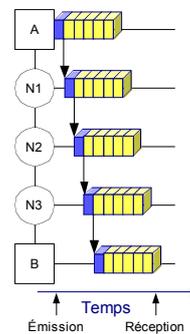
# Comm. de messages vs. comm. de paquets

- Transmission au travers N noeuds identiques

$$D_{transfert} = N(D_{traitement} + D_{attente} + D_{transmission} + D_{propagation})$$



a) Commutation de messages



b) Commutation de paquets

## Produit (Délai\*Largeur de Bande)

- RTT: Round Trip Time (délai aller-retour = 2\*latence)
- Latence: délai de bout-en-bout
- Délai\*LB=0.2 s \* 10'000'000 b/s = 250 kB

