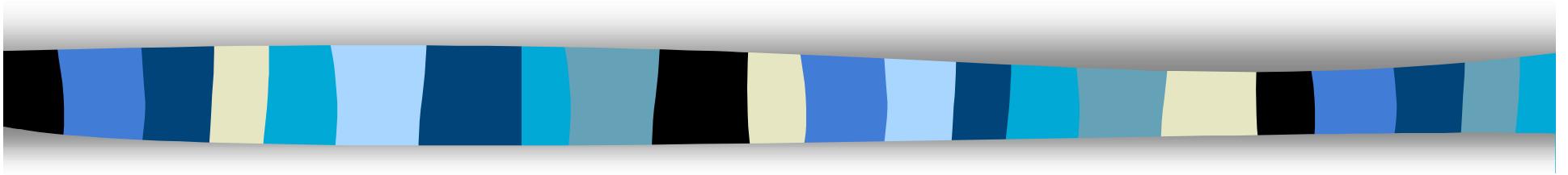


Les premiers pas



C. Pham
RESO-LIP/INRIA
Université Lyon 1,
<http://www.ens-lyon.fr/~cpham>
Congduc.Pham@ens-lyon.fr

Le besoin de communiquer



Cours de C. Pham, Univ. Lyon 1

Ce qui nous intéresse...



RESEAU

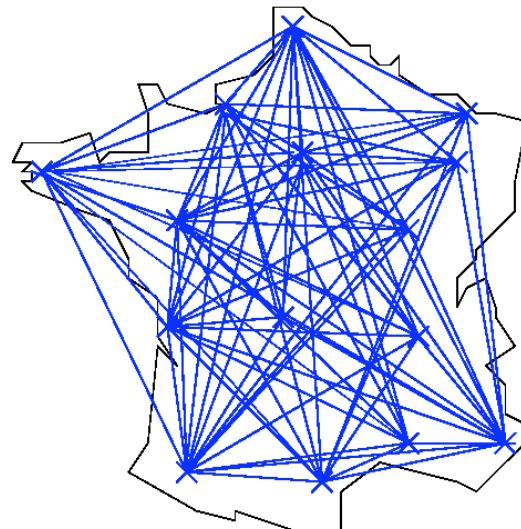
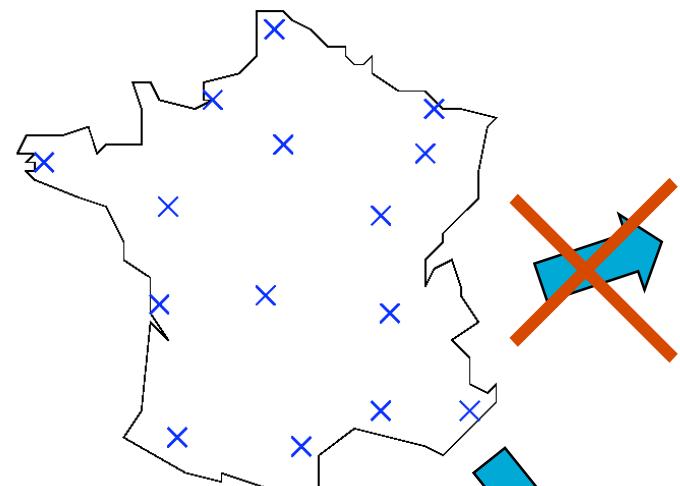


Première définition

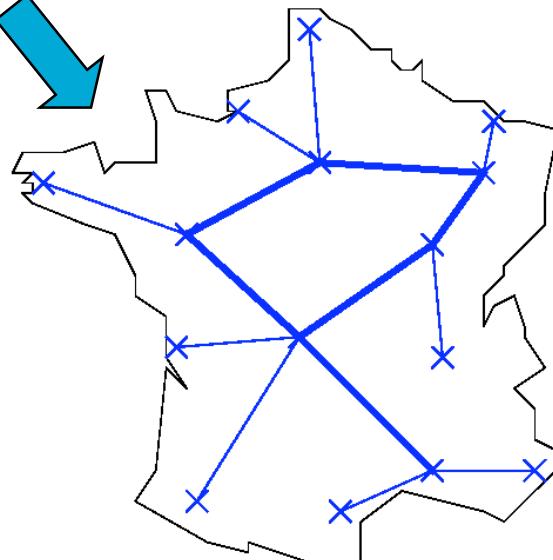
- « Télécommunications » :
 - toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature, par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques.
- « Réseau de communication » :
 - ensemble de ressources (artères de transmission, commutateurs, ...) mis à la disposition d'équipements terminaux pour leur permettre d'échanger de l'information.

Pourquoi mettre en réseau

■ Souci d'économie

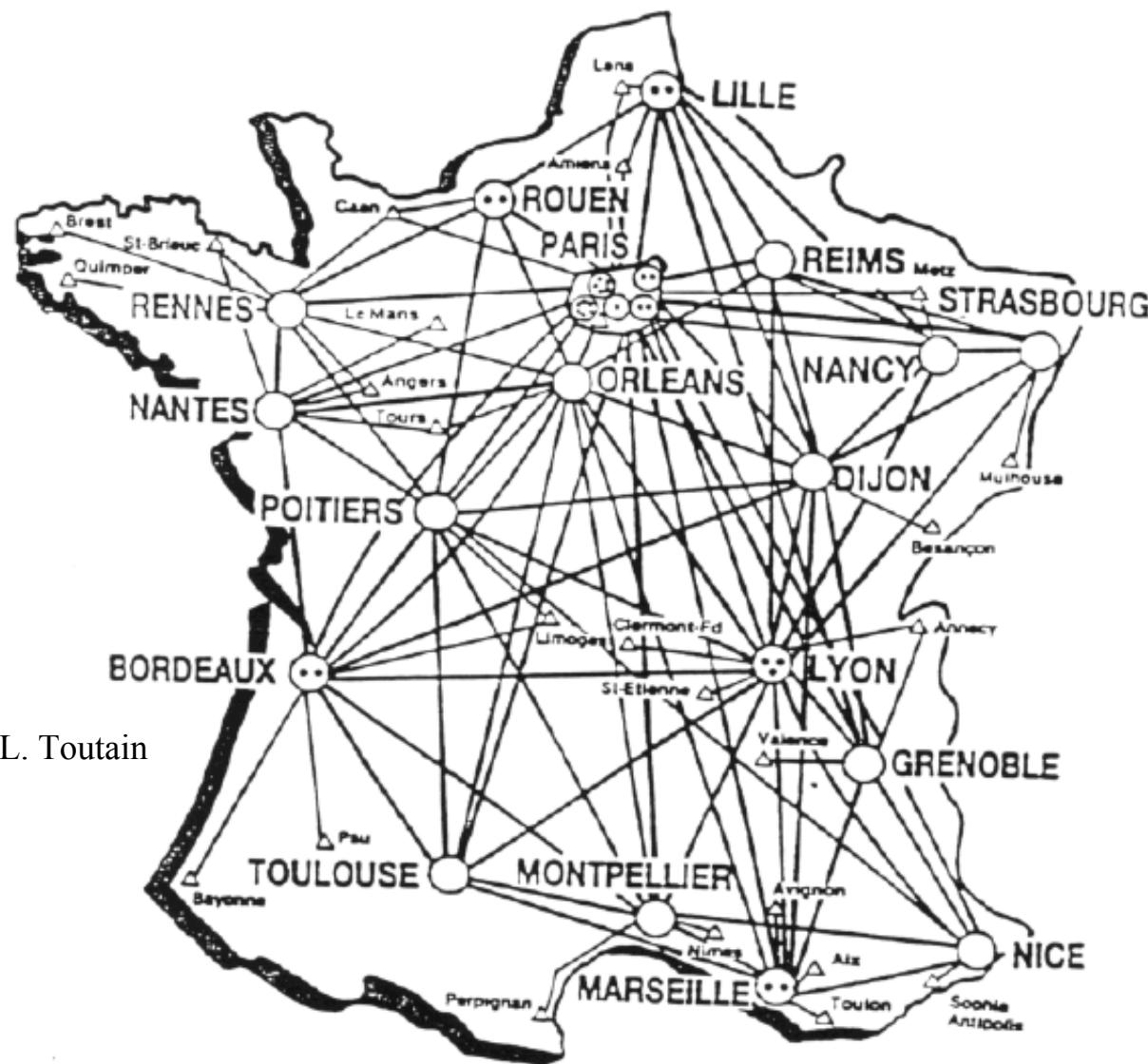


Source L. Toutain

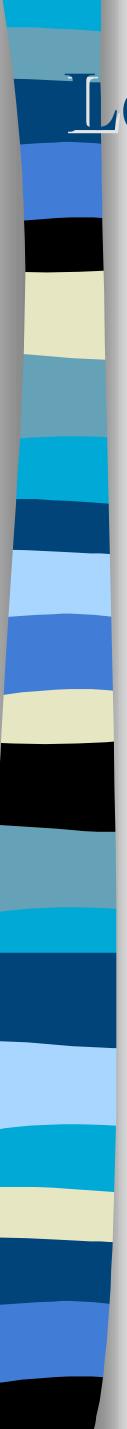


Réseau maillé
Analogie: le réseau routier

Ex: le réseau Transpac



Source L. Toutain



Les différentes appellations (1)

- « Réseau public » :
 - réseau accessible à tous moyennant une redevance d'usage.
- « Réseau privé » :
 - réseau regroupant une communauté d'utilisateurs appartenant à une même organisation.
- « Réseau privé virtuel » :
 - simulation d'un réseau privé à travers un réseau public.

Les différentes appellations (2)

■ « Réseau de commutation (ou commuté) » :

- réseau dans lequel un abonné peut atteindre tous les autres (ou une partie) : mise en relation de 1 à 1 parmi N (ex : Réseau Téléphonique Commuté).

■ « Réseau d'entreprise » :

- réseau connectant les principaux points d'une entreprise, généralement privé.

■ « Réseau dorsal » (*Backbone*) :

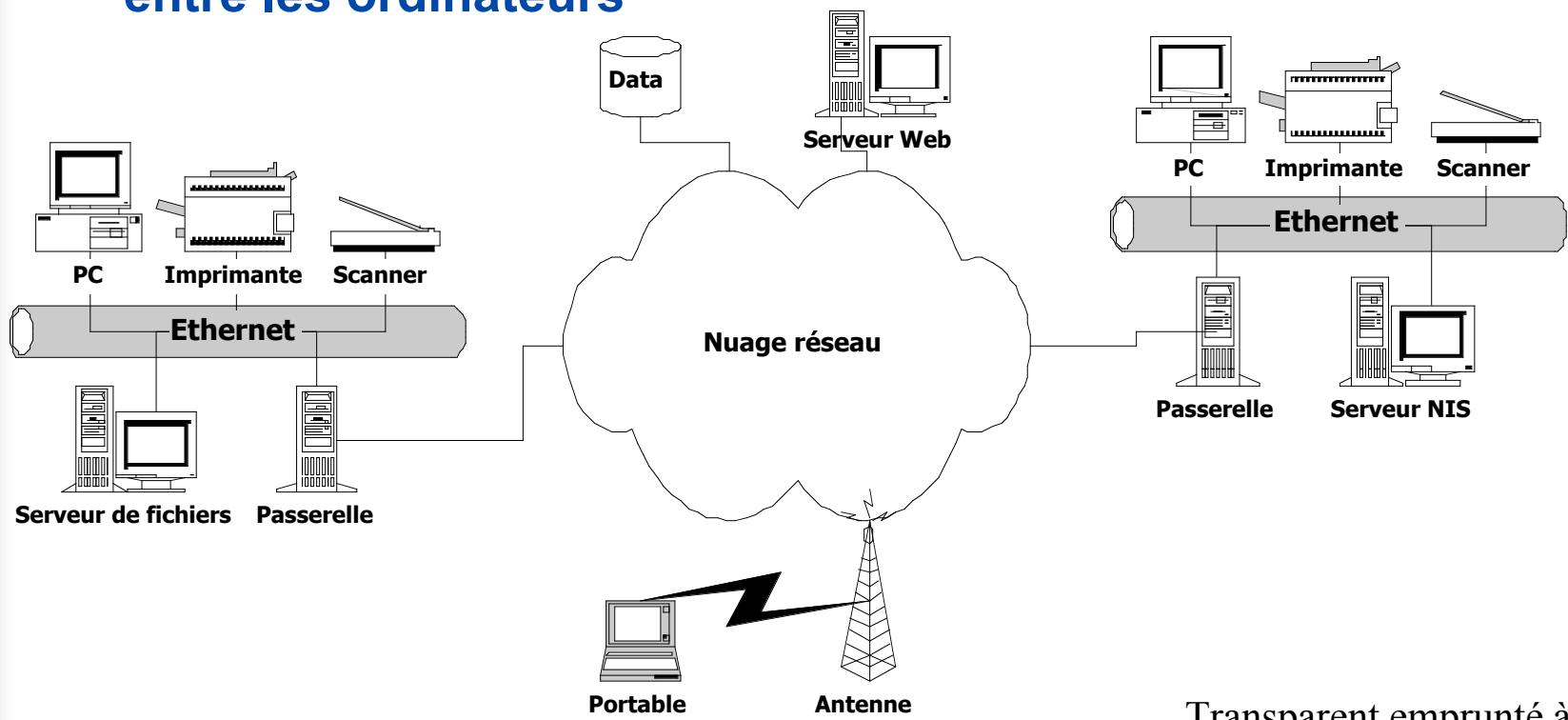
- réseau jouant le rôle d'artère principale pour le trafic en provenance et à destination d'autres réseaux.

Les différentes catégories selon la taille

<i>distance</i>	<i>localisation</i>	
0.1 m	Circuit	
1 m	Système	SAN
10 m	Pièce	SAN/LAN
100 m	Bâtiment	SAN/LAN
1 km	Campus	LAN
10 km	Ville	MAN
100 km	Pays	WAN
1000 km	Continent	
10000 km	Planète	Internet

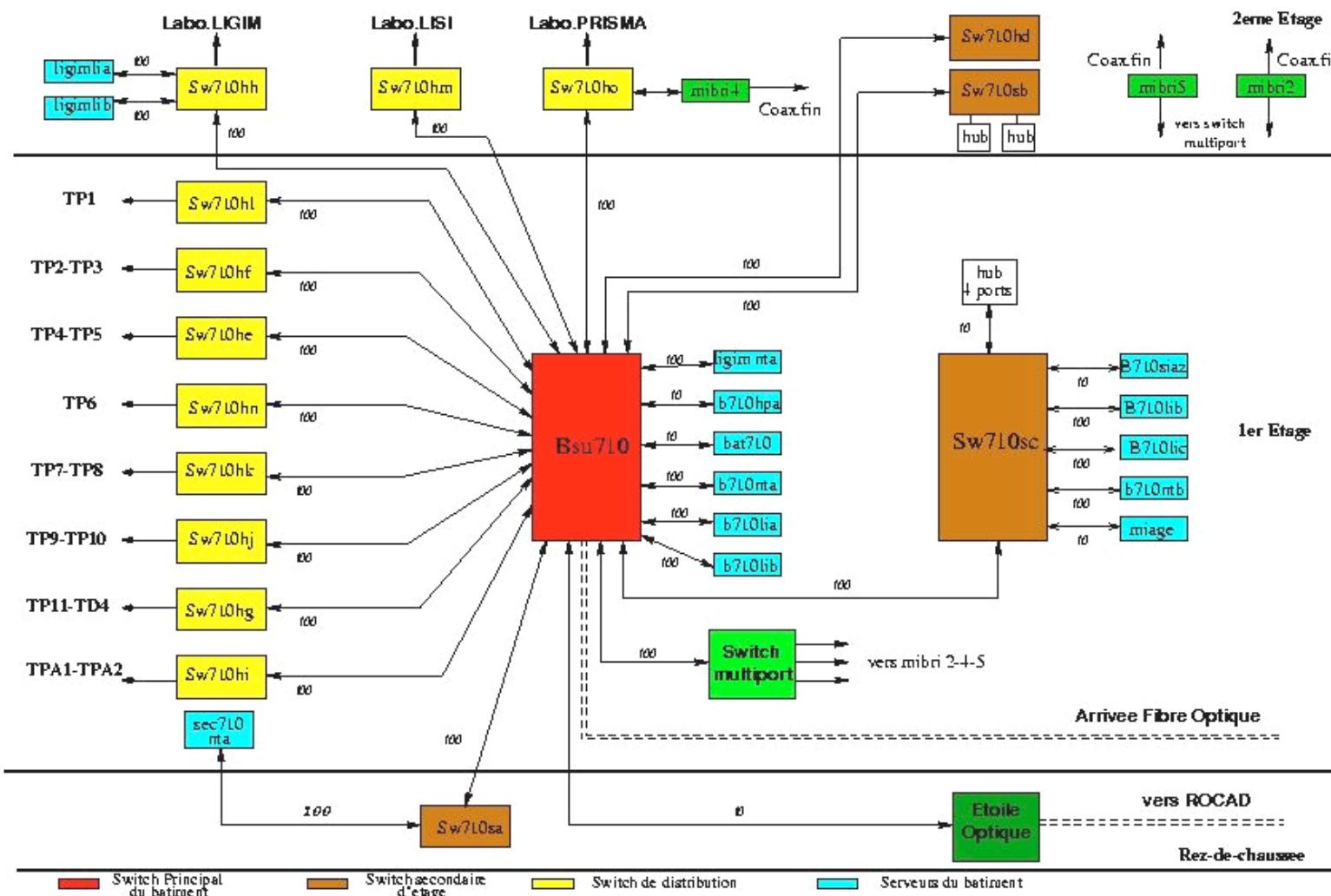
Réseaux d'ordinateurs

- Ensemble d'ordinateurs autonomes interconnectés au moyen d'une seule technologie
- Applications situées sur les ordinateurs
- Permet la transmission de textes, images, vidéos, sons entre les ordinateurs



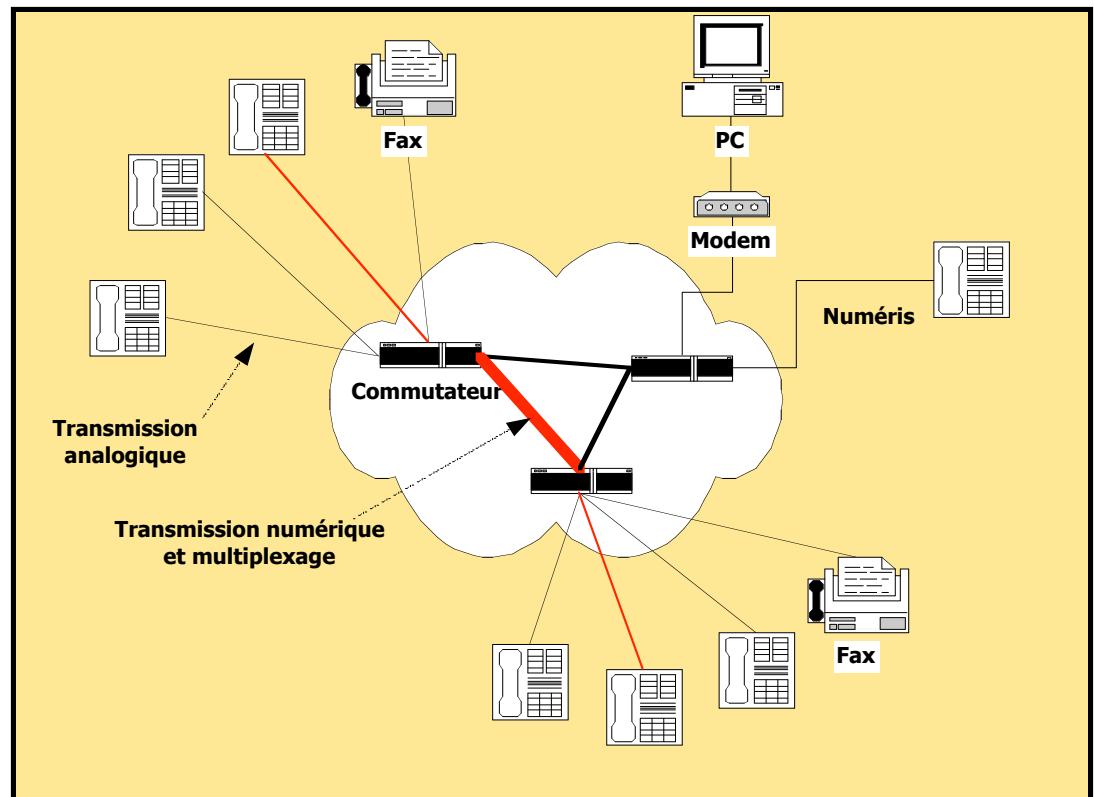
Exemple: le bâtiment 710

<http://www710.univ-lyon1.fr/>



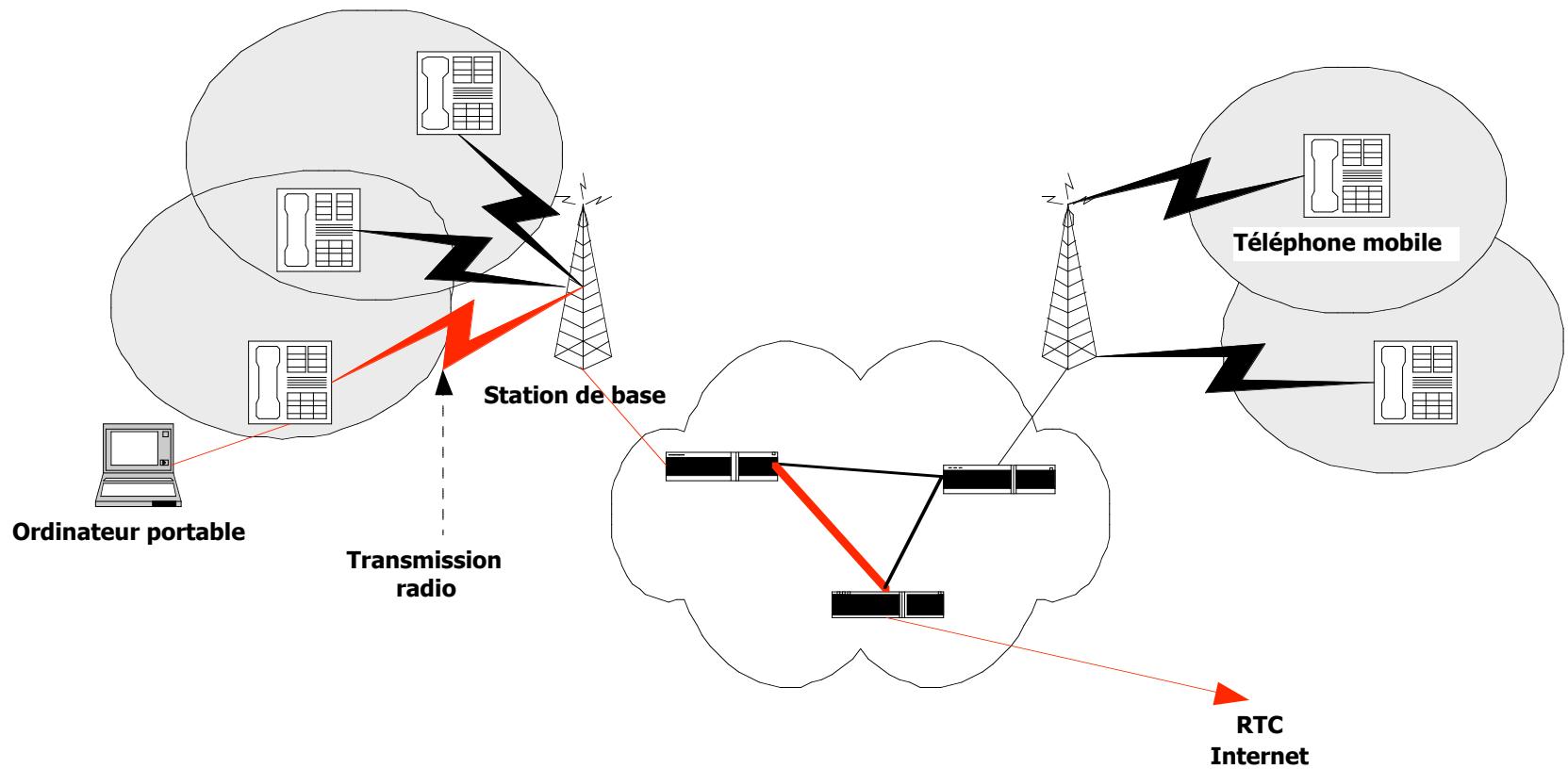
Réseaux téléphoniques

- Spécialisés pour la transmission de la voix
- Ressources réseaux réservées par appel
 - commutation - 1 canal de 64 Kbit/s par appel
 - multiplexage en fréquence/temporel du lien

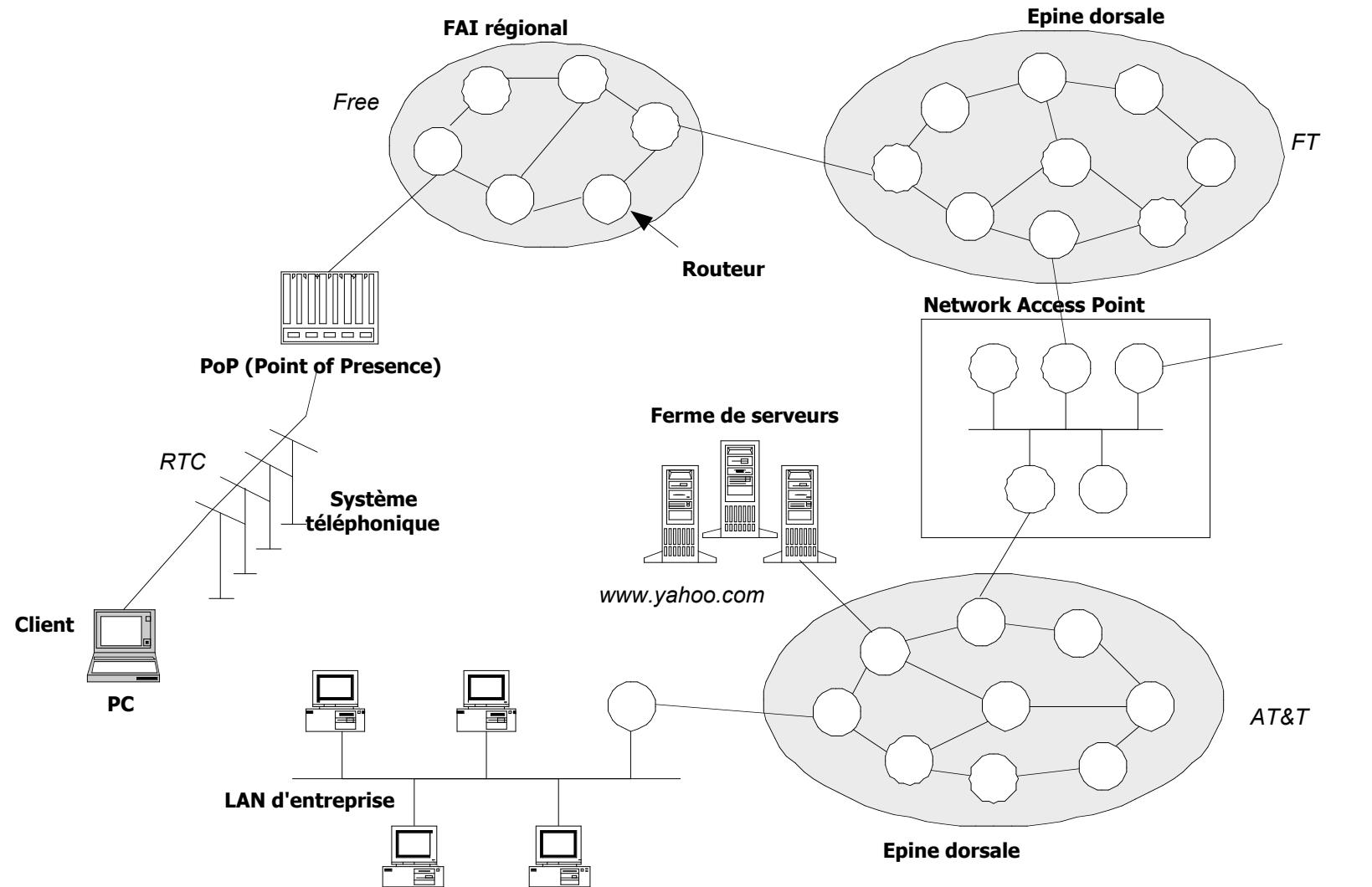


Transparent emprunté à
O. Gluck

Réseaux sans fil

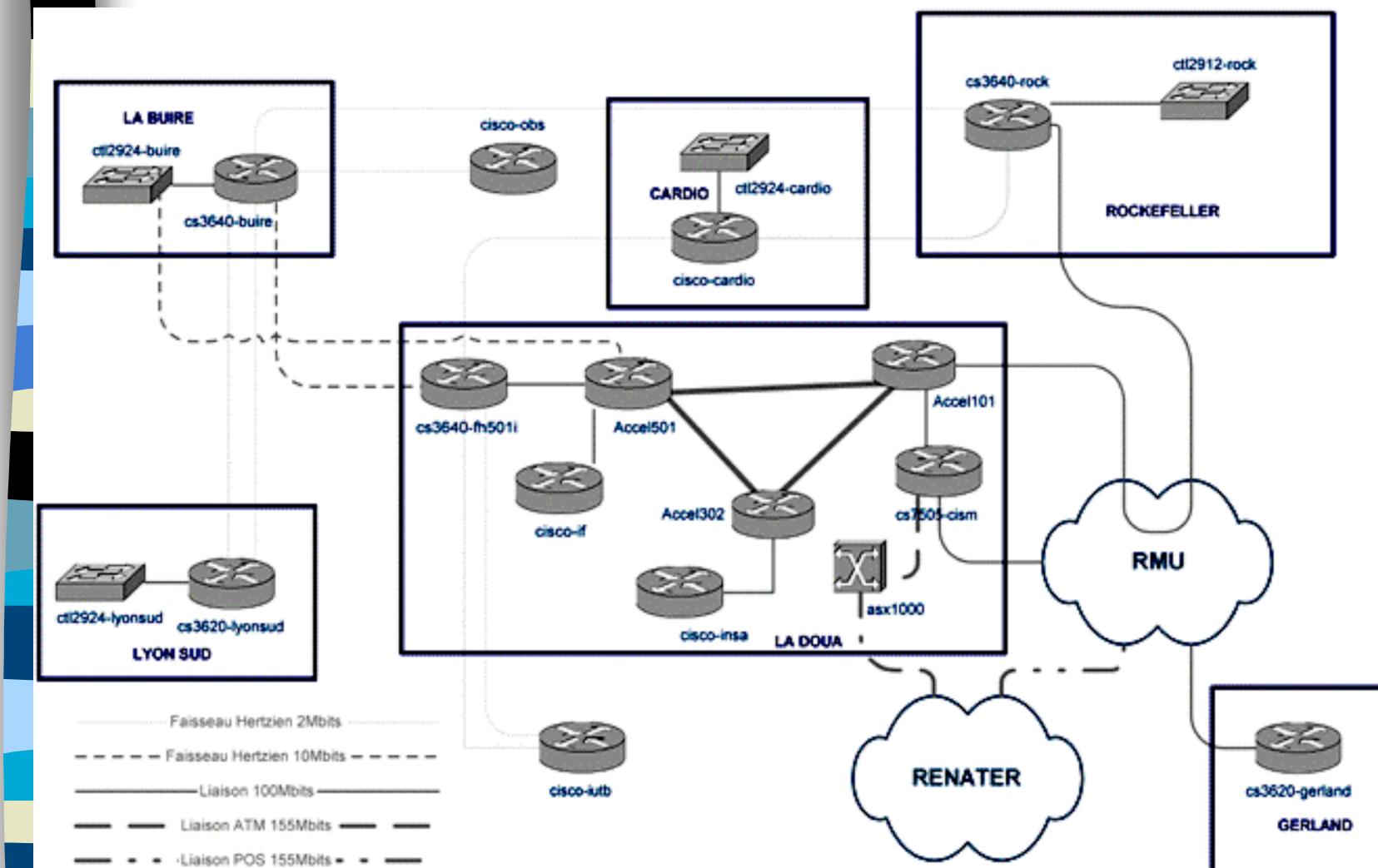


Réseaux de réseaux...



Exemple: ROCAD

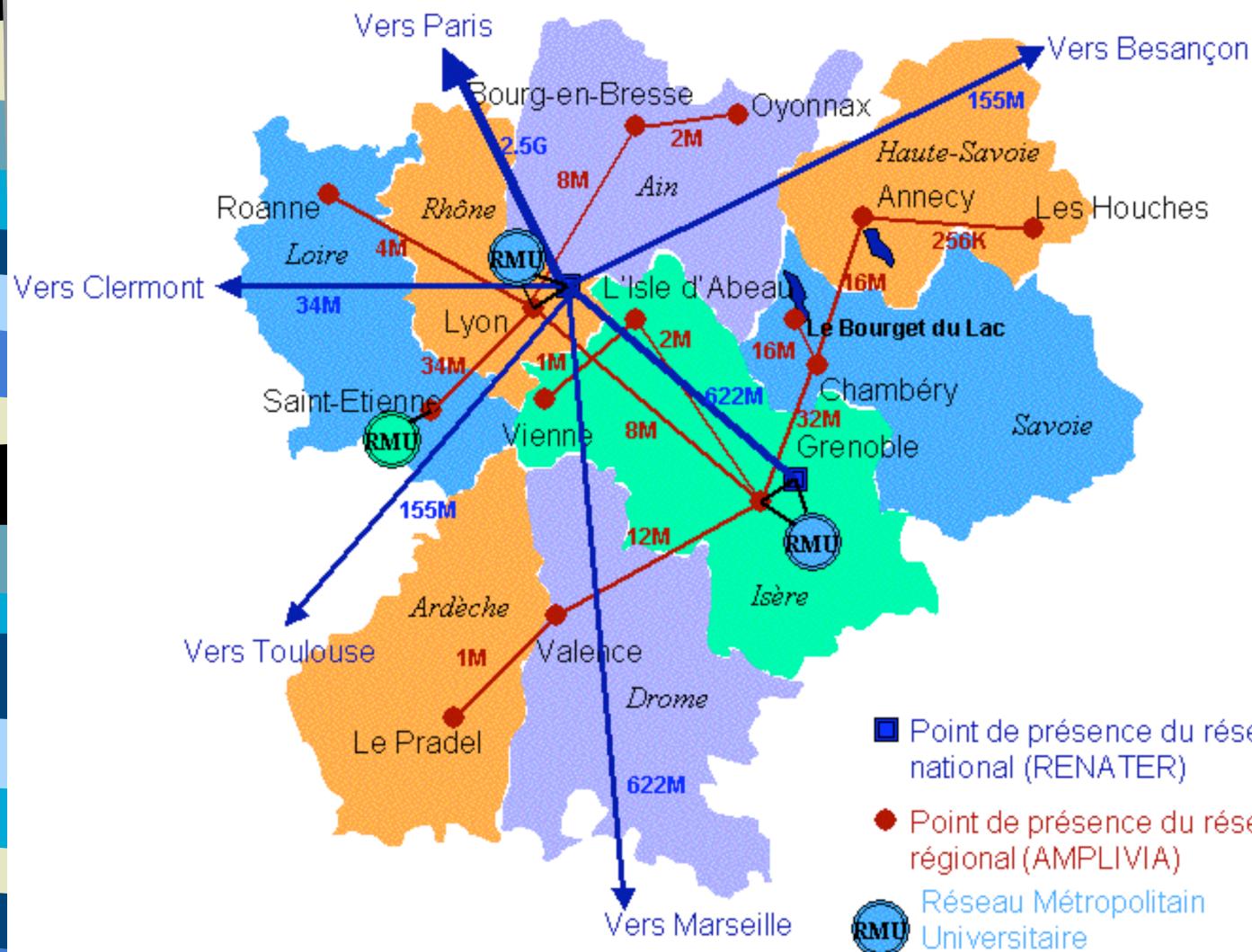
<http://c isr.univ-lyon1.fr/>



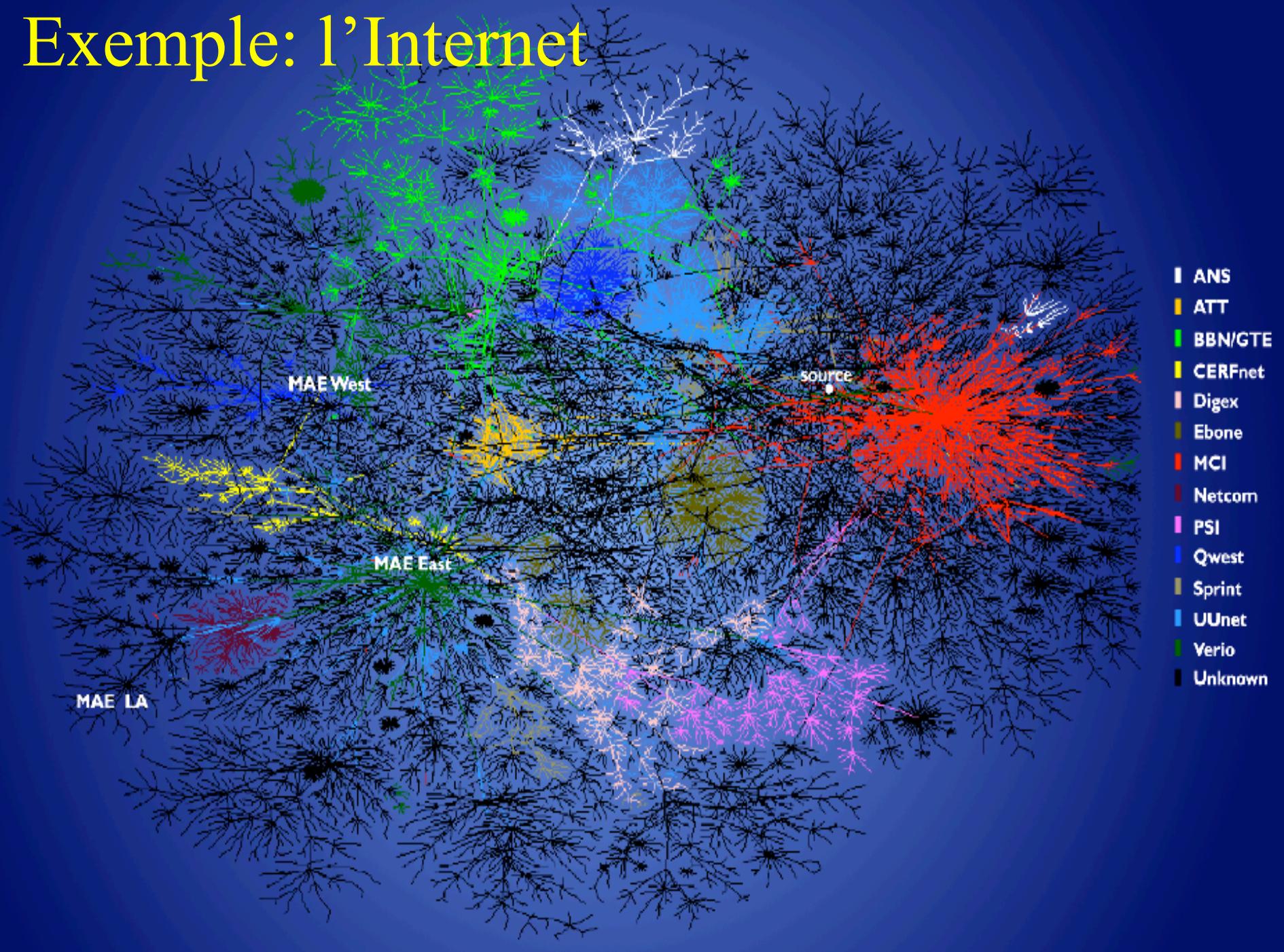
Transparent emprunté à
O. Gluck

Interconnexions régionales

<http://c isr.univ-lyon1.fr/>



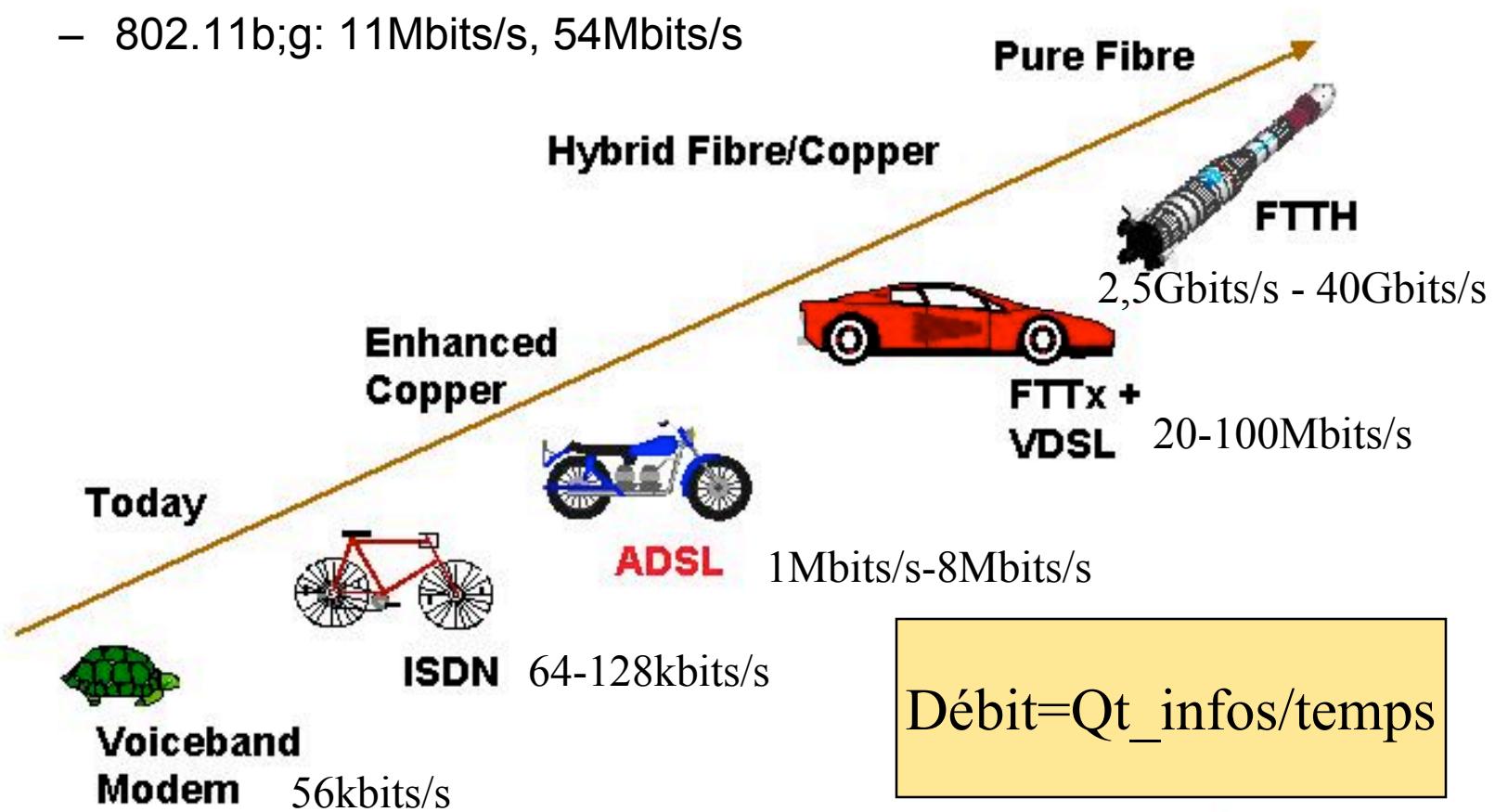
Exemple: l'Internet



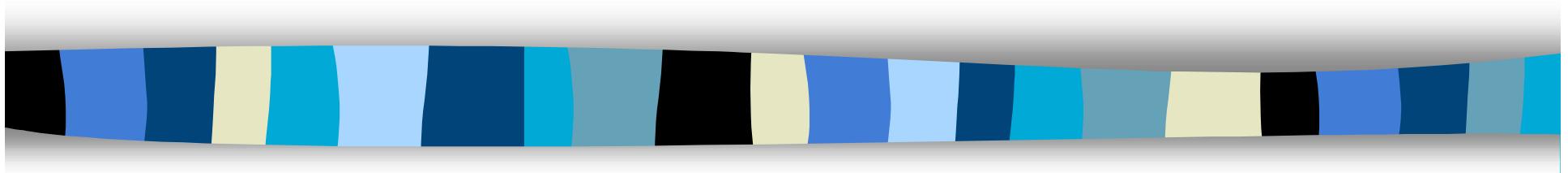
Les performances de réseaux

■ Débit en bits/s, kbits/s, Mbits/s, Gbits/s, Tbits/s...

- Ethernet LAN: 10Mbits/s - 1Gbits/s
- Boucle métro: 2Mbits/s - 2,5Gbits/s
- GSM;GPRS;UMTS: 9,6Kbits/s, 100kbits/s, 2Mbits/s
- 802.11b;g: 11Mbits/s, 54Mbits/s



L'environnement économique



Top 15 des opérateurs dans le monde

Source IDATE 2001 (<http://www.idate.fr/>)

Rang 2001	Opérateur	Pays	CA 2001 (en milliards de \$)	Progression 2000-2001
1	NTT	Japon	96.12	2.3%
2	Verizon	USA	67.90	4.9%
3	AT&T	USA	52.55	-5.5%
4	SBC	USA	45.98	-10.5%
5	Deutsche Telekom	Allemagne	43.23	18.1%
6	France Télécom	France	38.50	27.8%
7	MCI WorldCom*	USA	35.18	-10.0%
8	Vodafone	RU	32.90	52.3%
9	Telefónica	Espagne	27.79	9.0%
10	Telecom Italia	Italie	27.58	13.4%
11	BT	RU	26.57	7.6%
12	Sprint	USA	26.07	10.4%
13	BellSouth	USA	24.13	-7.7%
14	KDDI	Japon	23.32	0.6%
15	China Telecom**	Chine	20.80	5.8%

Top 10 des constructeurs

Source IDATE 2001 (<http://www.idate.fr/>)

Constructeur	Rang 2001	CA 2001 (en milliards de \$)	Rang 2000	Progression 2001/2000
Nokia	1	27.94	3	2
Alcatel	2	22.70	5	3
Motorola	3	22.26	4	1
Siemens	4	21.54	8	4
Lucent	5	20.40	2	-3
Ericsson *	6	19.51	6	0
Cisco	7	17.87	7	0
NEC	8	17.80	9	1
Nortel	9	17.50	1	-8
Matsushita	10	7.77	15	5

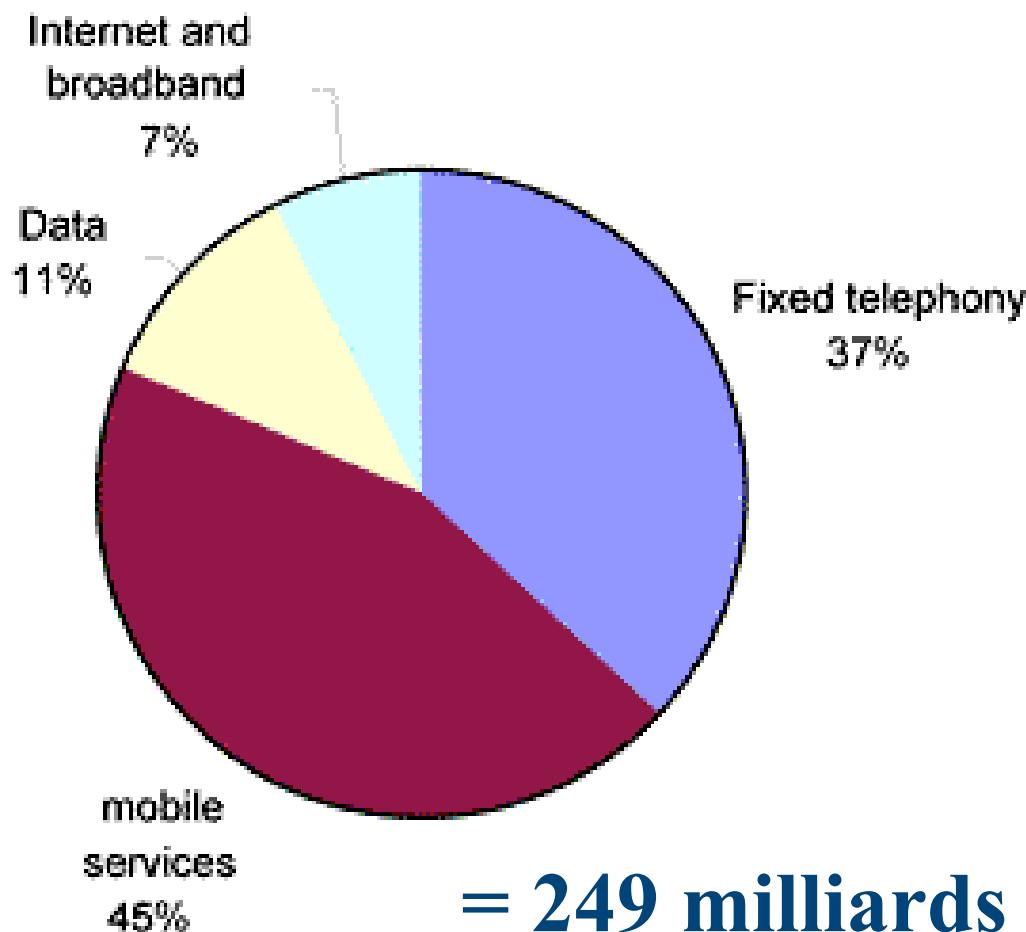
Top 20 des opérateurs mobiles

Source IDATE 2001 (<http://www.idate.fr/>)

Rang	Opérateur	Pays	Nb. Clients en milliers (fin 2001)
1	China Mobile (HK)	China	69 876.0
2	NTT DoCoMo	Japan	39 608.0
3	China Mobile	China	35 124.0
4	Verizon Wireless	USA	29 397.0
5	China Unicom Ltd	China	27 033.0
6	TIM Italy	Italy	23 946.0
7	T-Mobile Germany	Germany	23 100.0
8	D2Vodafone	Germany	21 889.7
9	Cingular Wireless	USA	21 596.0
10	AT&T Wireless	USA	18 000.0
11	Orange France	France	17 822.3
12	OmnitelVodafone	Italy	17 431.4
13	Telmex	Mexico	16 965.0
14	Telefónica Moviles	Spain	16 850.0
15	KDDI (Au +Tu-Ka)	Japan	15 849.0
16	Sprint PCS	USA	13 555.0
17	Vodafone UK	UK	13 164.0
18	China Unicom Group	China	12 967.0
19	SFR	France	12 555.7
20	Orange UK	UK	12 387.0

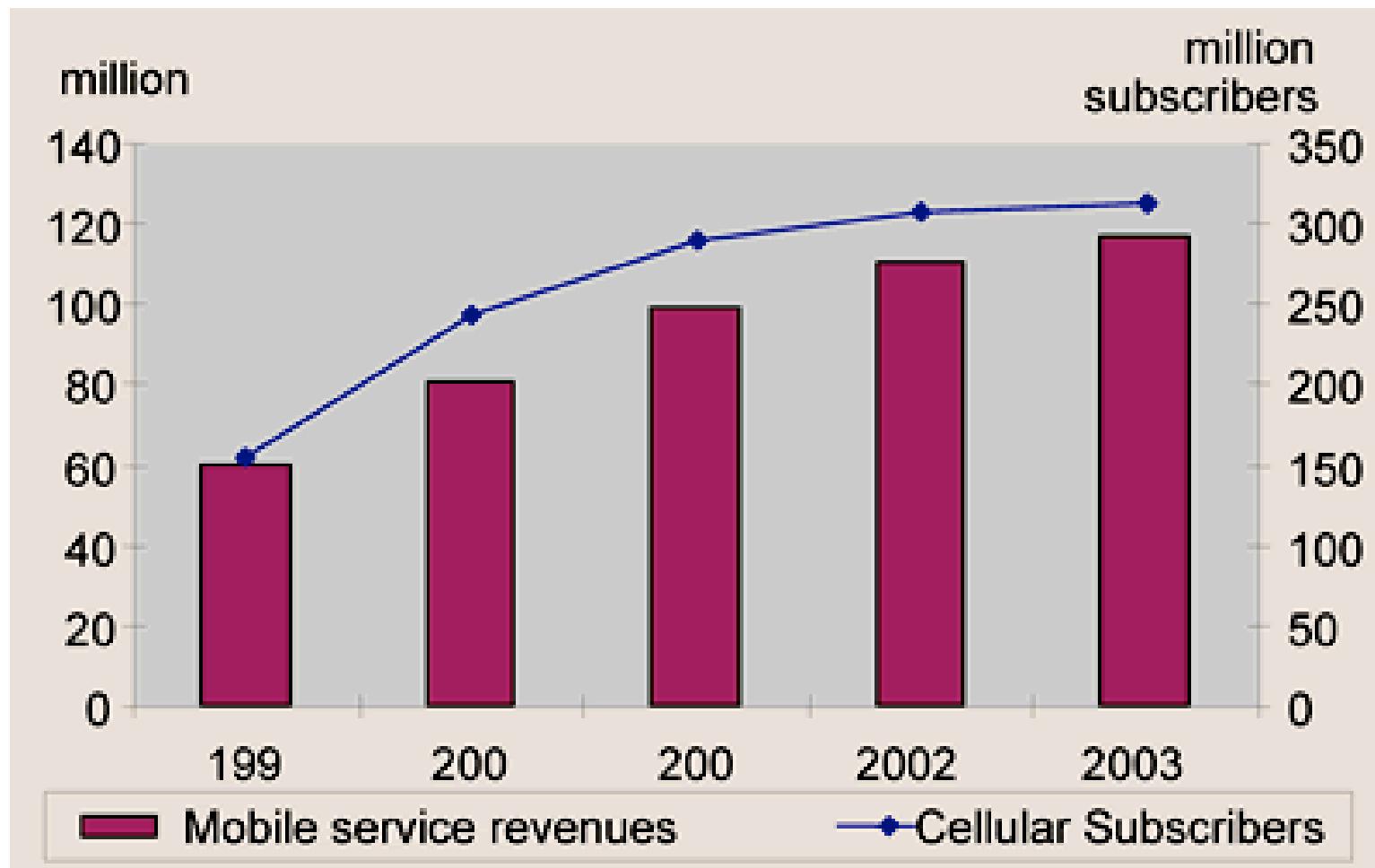
Marché des Télécoms en Europe

Source IDATE — Telecoms in Europe, 2002/2003 edition



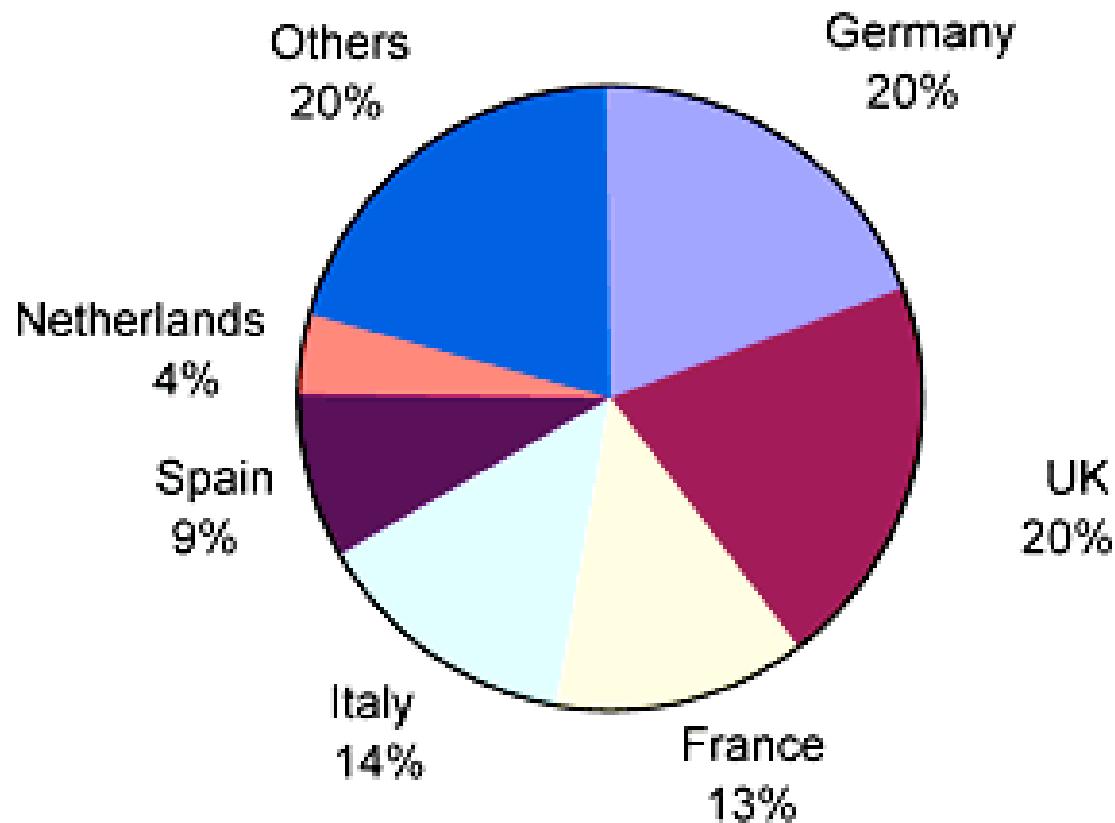
Evolution des réseaux mobiles en Europe

Source IDATE — [*Telecoms in Europe, 2002/2003 edition*](#)



Répartition du marché européen

Source IDATE — [Telecoms in Europe, 2002/2003 edition](#)





Le marché français

■ 1995

- mobiles : 6 milliards F
- données : 10 milliards F
- communications longue distance : 57 milliards F
- communications locales : 44 milliards F

■ 2003 (estimation)

- mobiles : 55 milliards F
- données : 20 milliards F
- communications longue distance : 57 milliards F
- communications locales : 55 milliards F

Les équipements des français en 2002

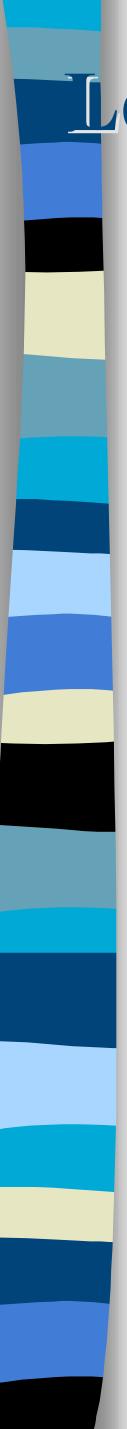
Source France Télécom 2003



L'avenir? Internet ubiquitously!



Cours de C. Pham, Univ. Lyon 1



Les français et Internet (1)

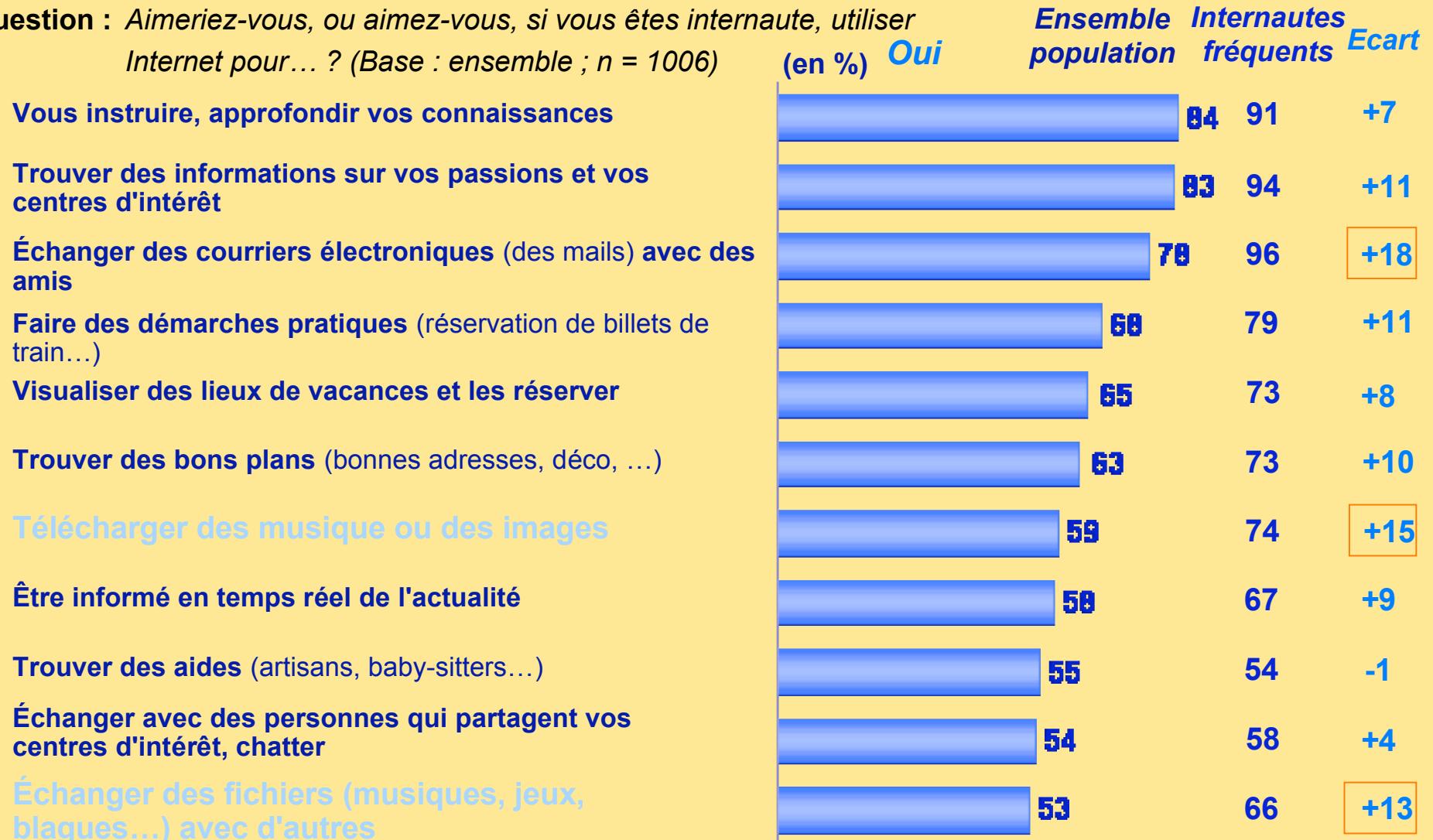
Source : étude Baromètre France Télécom - les français et Internet (février 2002)

- **71% des Français utilisent un ordinateur, soit à leur domicile, soit à leur travail**
- **53% ont un accès à Internet, soit au domicile, soit au lieu de travail**
- **28% se connectent tous les jours ou presque**

Les français et Internet (2)

Source : étude Baromètre France Télécom - les français et Internet (février 2002)

Question : Aimeriez-vous, ou aimez-vous, si vous êtes internaute, utiliser Internet pour... ? (Base : ensemble ; n = 1006)



Transparent emprunté à
O. Gluck

Les français et Internet (3)

Source : étude Baromètre France Télécom - les français et Internet (février 2002)

Question : Aimeriez-vous, ou aimez-vous, si vous êtes internaute, utiliser Internet pour... ? (Base : ensemble ; n = 1006)

(en %) **Oui** **Ensemble population** **Internautes fréquents** **Ecart**

Bénéficier en temps réel des prévisions météo, trafic routier

52 62 +10

Consulter les petites annonces

52 59 +7

Organiser vos sorties (choisir des restaurants, ...)

45 53 +8

Gérer votre compte bancaire

44 60 +16

Jouer seul ou à plusieurs

40 40 =

Offrir des cadeaux (envoi de fleurs, ...)

32 31 -1

Faire des opérations boursières

24 31 +7

Faire vos courses sans vous déplacer

18 23 +5

Faire des rencontres amicales ou amoureuses

17 16 -1

Consulter votre horoscope

14 16 +2

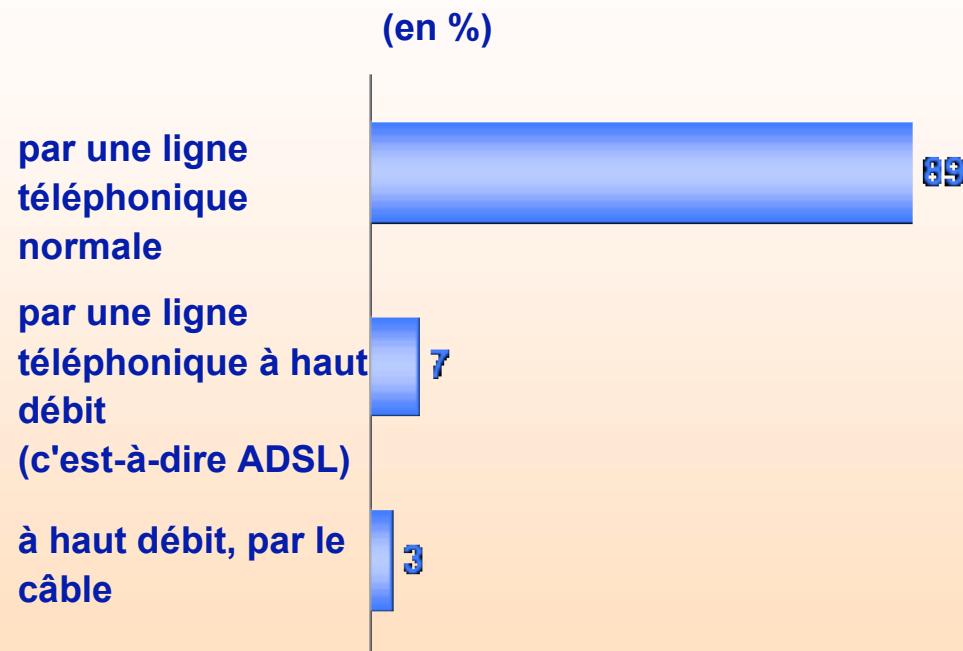
Transparent emprunté à
O. Gluck

Les français et Internet (4)

Source : étude Baromètre France Télécom - les français et Internet (février 2002)

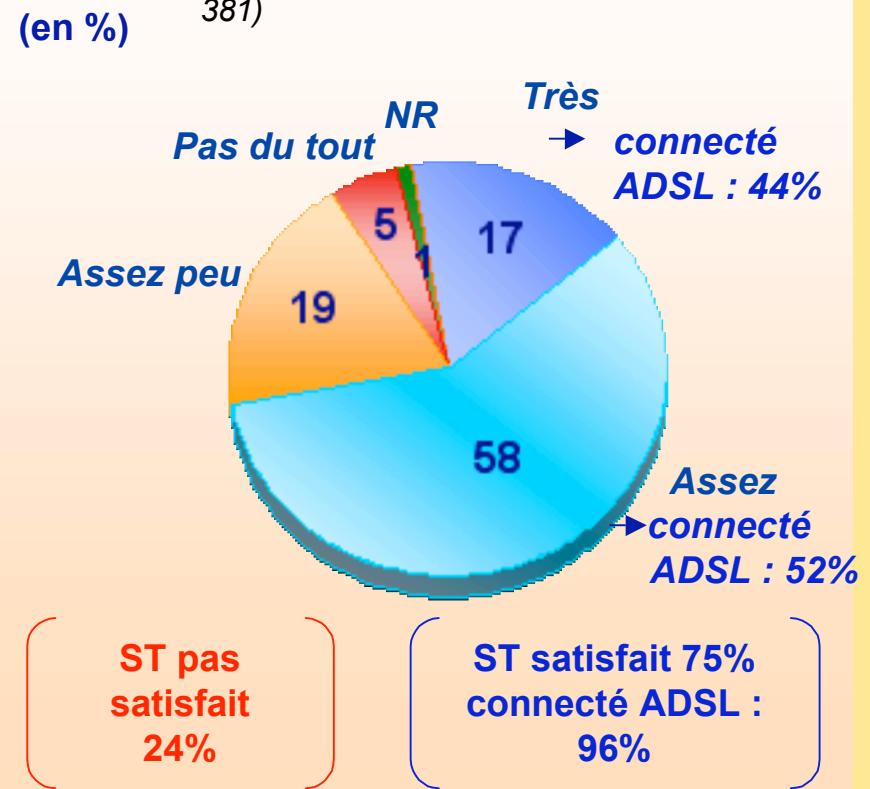
Question : La connexion à Internet dont vous disposez à votre domicile s'effectue-t-elle... ?

(Base : ont accès à Internet au domicile ; n = 381)



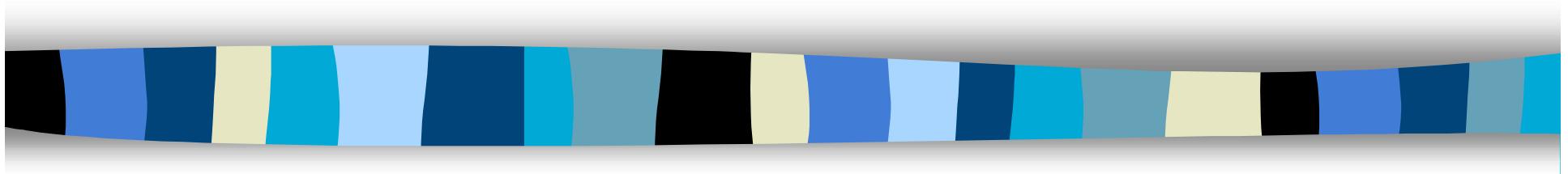
Question : Etes-vous très assez, assez peu ou pas du tout satisfait de votre connexion Internet ?

(Base : ont accès à Internet au domicile ; n = 381)



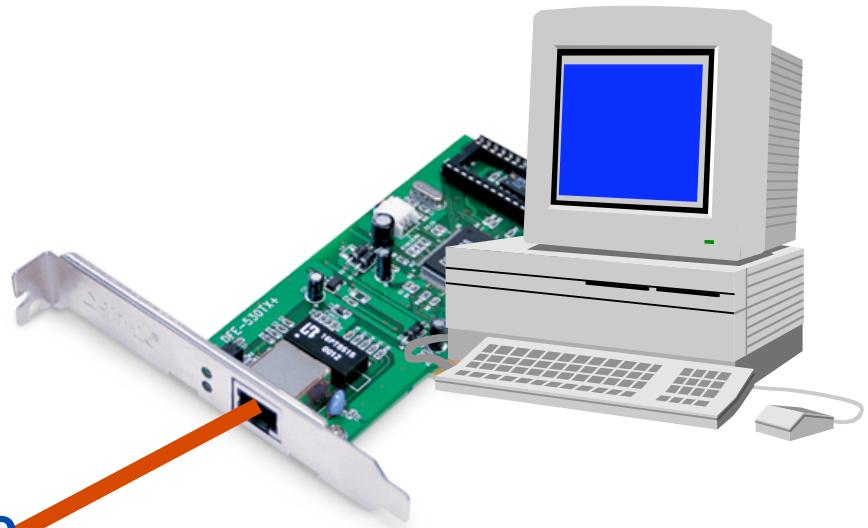
Transparent emprunté à
O. Gluck

Regardons sous le capot!



La partie cachée des réseaux (ce que votre maman ne vous a jamais dit!)

- Finit le « je branche donc j'existe », il faut savoir ce qu'il y a derrière
- Qu'y a t-il sur une carte réseau?
- Qu'y a t-il sur votre ordinateur?
- Qu'y a t-il derrière le fil?





Pour fixer les idées: l'Internet

- **Nous utilisons l'Internet pour**
 - Échanger des mails
 - Transférer des fichiers
 - Consulter des pages web
 - Faire de la téléphonie
- **Outre l'infrastructure physique, il y a « les règles » qui font marcher l'ensemble**
 - Les règles sont les protocoles.
 - Il y a des milliers de protocoles: derrière une application de l'Internet, il y a un protocole (ou presque)!
 - Mail (SMTP), transferts (FTP), web (http)...
 - Nous verrons qu'il existe plusieurs couches protocolaires pour réaliser une fonction complexe donnée



Les bases d'un protocole

■ **Comment se faire comprendre?**

- Similitudes avec les échanges de la vie quotidienne: se dire bonjour, au revoir, téléphoner à quelqu'un...

■ **Définir des règles de communications!**

- Comment commencer la communication?
- Comment la terminer?
- Comment gérer les cas exceptionnels, les erreurs?

Différencier Services et protocoles

■ Service

- Un service est une fonctionnalité offerte par le réseau (Ex: Communication fiable de bout en bout). Ce service est généralement représenté par un ensemble de primitives pour réaliser certaines fonctions: request, send.
- communication vocale de bout en bout est un service des Télécom. La sonnerie du téléphone est une primitive deservice, de même que décrocher et raccrocher le téléphone.

■ Protocole

- Un protocole est une implémentation d'un service. Il définit un ensemble de règle, les formats des paquets, les messages qui doivent être échangés et les mécanismes utilisés.
- Par exemple, la manière de décrocher ou raccrocher le téléphone (bouton poussoir ou combiné à soulever), dire ``ALLO'' et ``AU REVOIR'' font partie du protocole.

Ex: protocole de bas niveau dans le téléphone

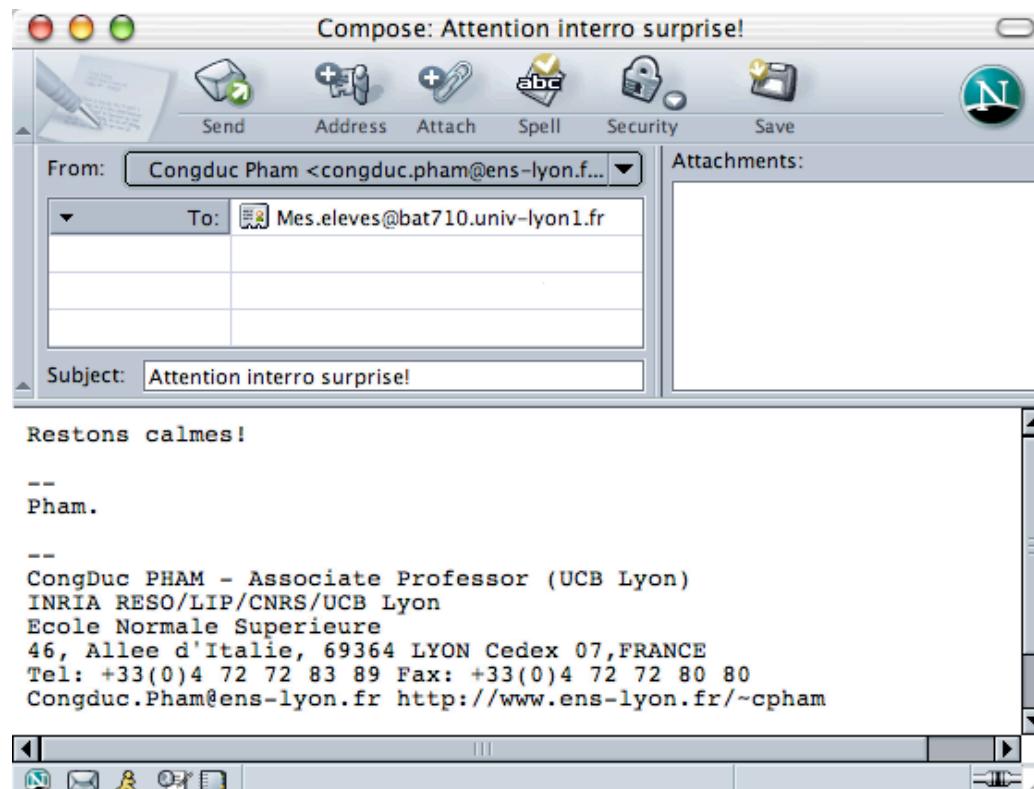
- Ligne au repos :
 - Signal continu de 48 à 50 VDC
 - Z : infini
- Ligne décrochée :
 - Signal continu de 10 à 22 VDC
 - Z = 600 W
 - Courant débité de 30 à 50 mA impérativement
- Sonneries :
 - Pendant 1,7 s
 - Signal composite : 50VDC + 50VAC (50Hz), soit un signal strictement positif (ou négatif)
 - Z = 12 kW
 - Pendant 3,3 s : silence
 - Signal continu de 48 à 50 VDC
 - Z : infini
 - Période signal : 5s
- Tonalité :
 - Signal composite: 50VDC + qq mVAC (440Hz) : LA 440.
- Rappel de sonnerie :
 - Idem tonalité pendant 1,7 s ; silence pendant 3,3 s.
 - Période : 5 s.
- Acheminement:
 - Idem tonalité pendant 0,1 s , silence pendant 0,1 s.
 - Période : 0,2 s.
- Occupation :
 - Idem tonalité pendant 0,5 s ; silence pendant 0,5 s.
 - Période : 1 s.

Exemple simple: ping

- **>ping sand.cise.ufl.edu**
 - Pinging sand.cise.ufl.edu
 - Reply from 128.227.205.208: bytes=32 time=166ms
 - Reply from 128.227.205.208: bytes=32 time=155ms
 - Reply from 128.227.205.208: bytes=32 time=149ms
 - Reply from 128.227.205.208: bytes=32 time=140ms
 - Ping statistics for 128.227.205.208:
 - Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 <0% loss>
 - Approximate round trip times in milli-seconds:
 - Minimum = 140ms, Maximum = 166ms, Average = 152 ms
- **Quel est le fonctionnement de base du ping? Quels sont les éléments protocolaires que vous voyez?**

Exemple intermédiaire: l'e-mail (courriel)

- Envoie d'un message (texte+attachement) vers un récepteur, dans une « boîte aux lettres »



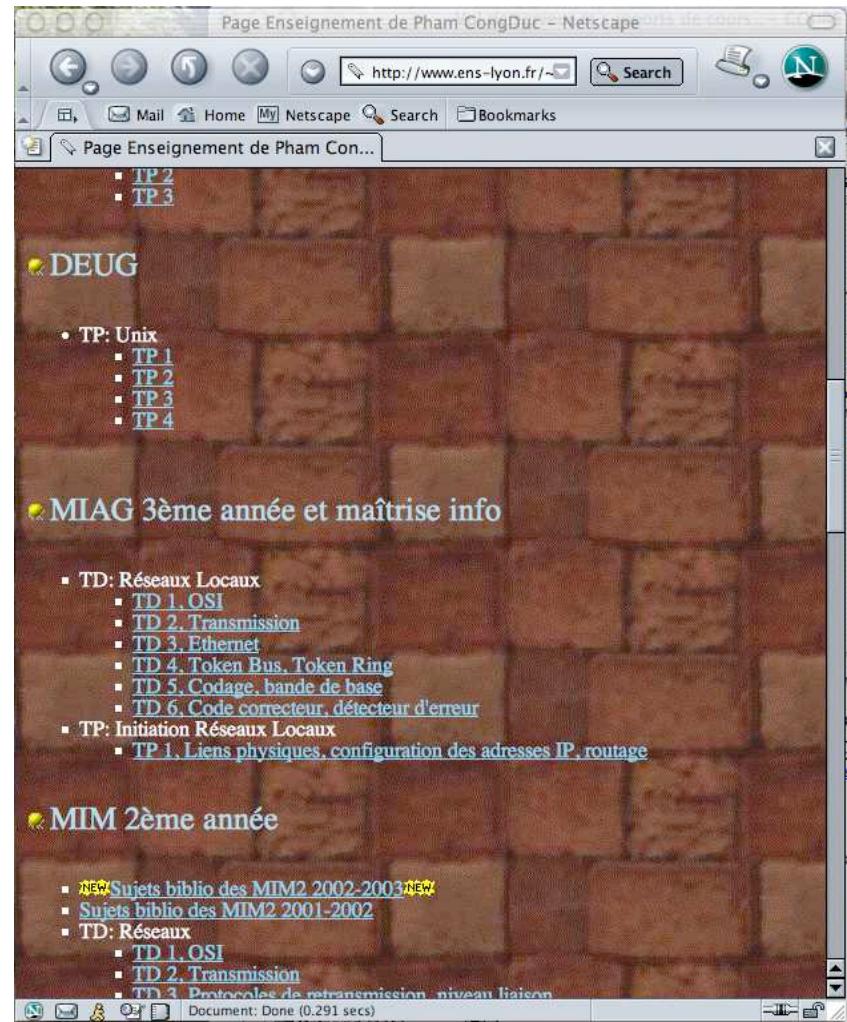
Qui reçoit mes
mails?

Vers qui j'envoie
mes mails?

Comment j'envoie
mes mails?

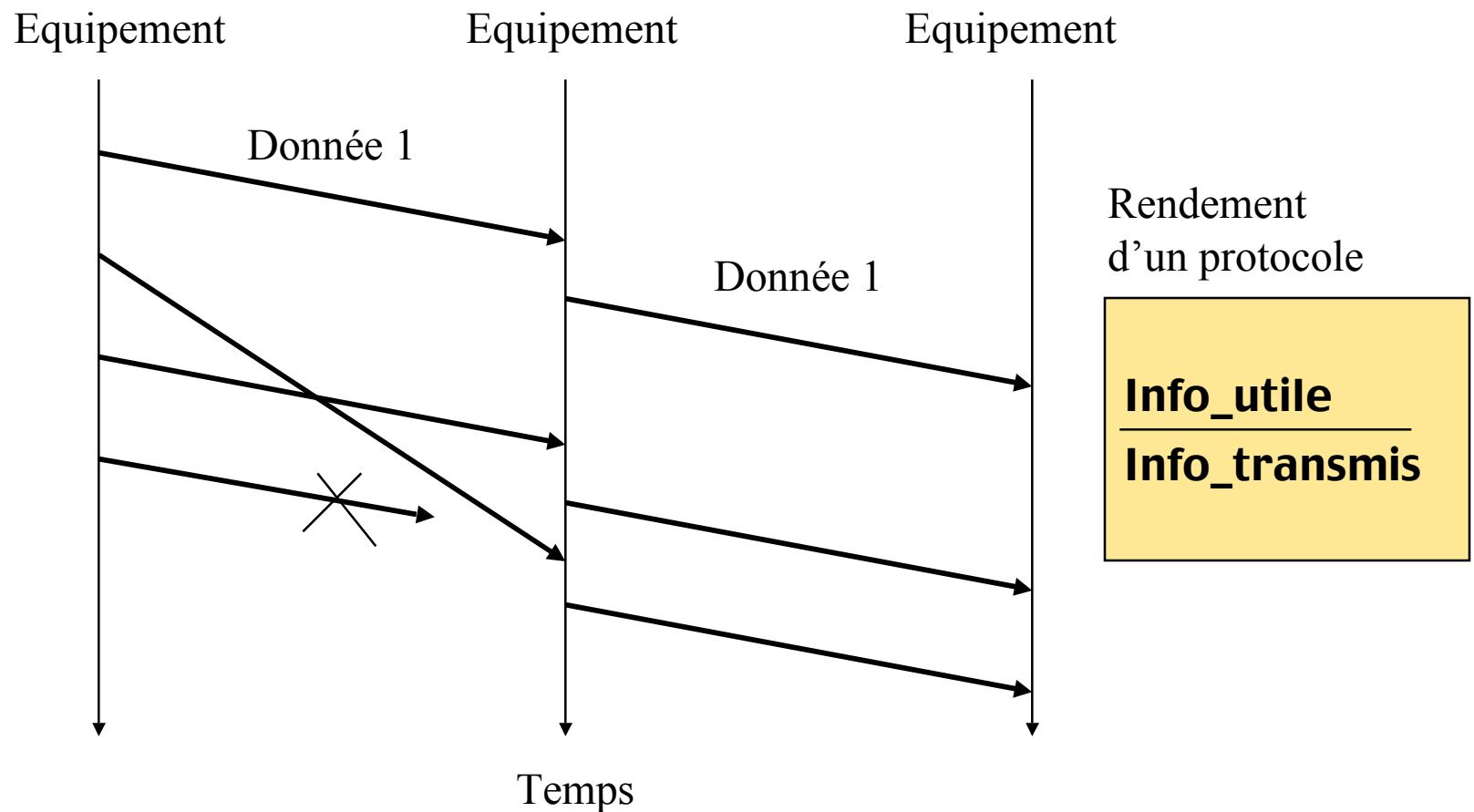
Exemple plus complexe

- Le www
- Quels sont les protocoles pour:
 - Pour afficher la page?
 - Pour récupérer un fichier?
 - Pour transférer les octets?



Représenter les échanges de données

■ Le chronogramme





Mode connecté ou non connecté?

■ Connecté

- Le mode connecté nécessite une phase d'établissement de connexion. Celle-ci peut être lourde et pénalisante mais permet en contre-partie une négociation. En général, le mode connecté doit préserver l'ordre des paquets d'information et la fiabilité.

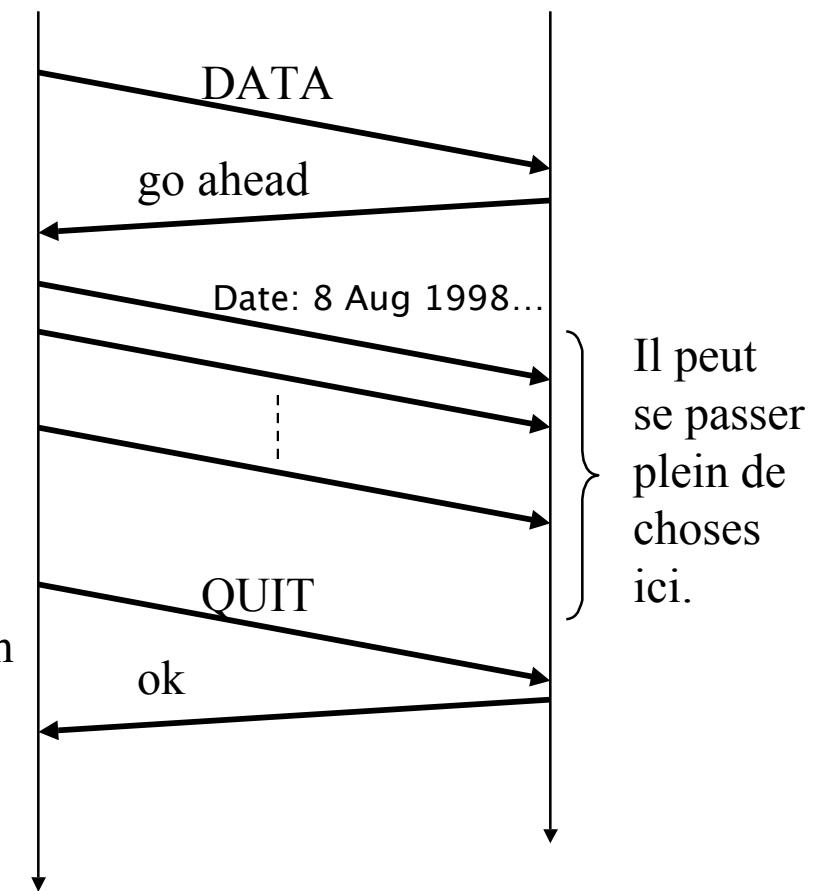
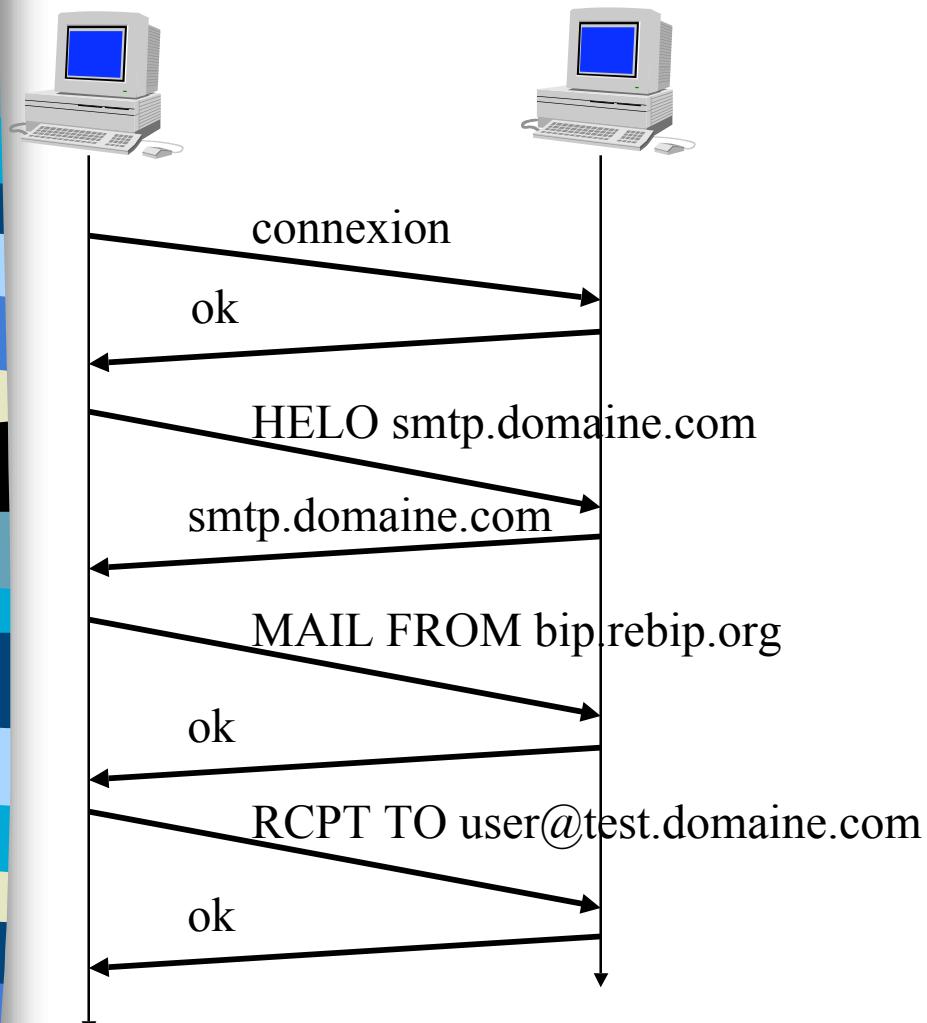
■ Non-Connecté

- Le mode non-connecté permet l'envoie de données sans établissement de connexion. Chaque paquet est indépendant des autres et peut suivre plusieurs chemins différents. On peut avoir un mode non-connecté avec accusé de réception (lettre recommandée par exemple).

Ex: le courriel (e-mail)

bip.rebip.org

smtp.domaine.com



Commutation de circuits, de paquets.

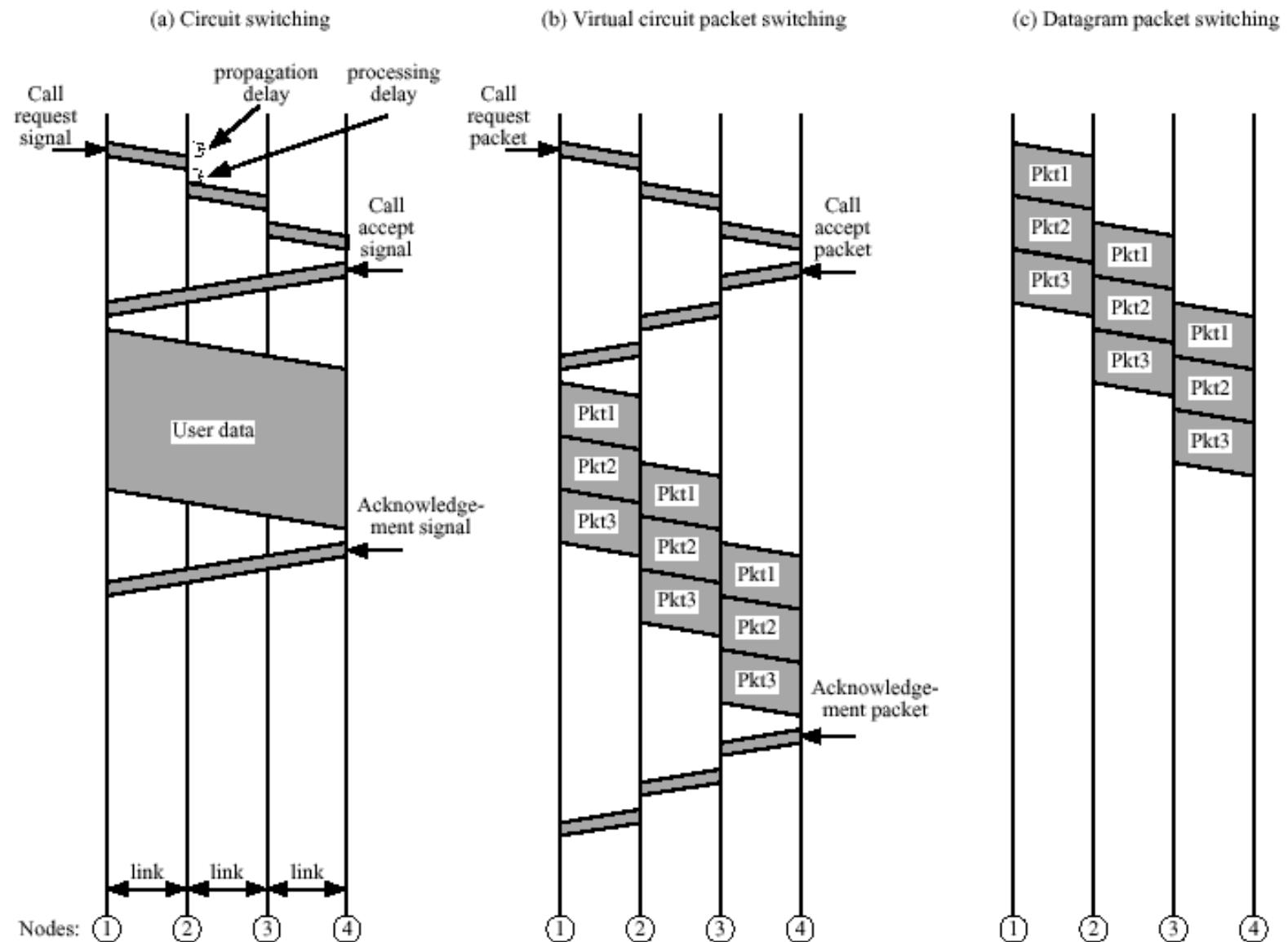
■ Commutation de circuits

- Le **débit** est constant et permanent pendant la durée de la connexion (réseau téléphonique commuté, **liaisons spécialisées**). Fonctionne en mode connecté exclusivement. Généralement, il n'y a pas de **contrôle de flux** ou d'erreur effectué par le réseau.

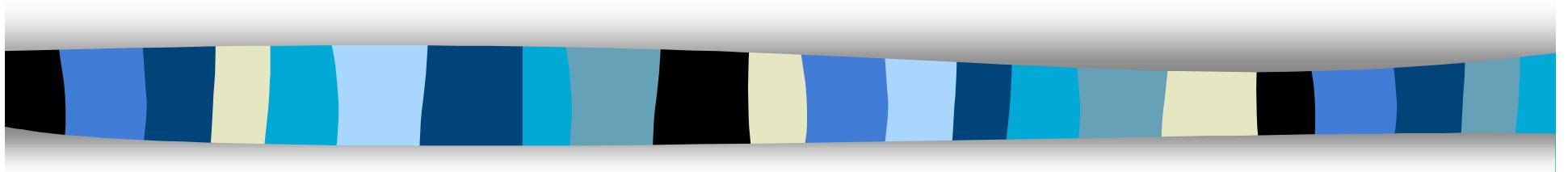
■ Commutation de paquets

- Le **débit** n'est pas réservé de manière figée. On peut fonctionner en mode connecté (circuit virtuel ou VC) ou en mode non-connecté (datagrammes). Le mode datagramme est bien adapté aux messages courts, alors que le mode circuit virtuel permet un transfert avec une meilleure **qualité de service**.

Récapitulatifs avec des chronogrammes



Anticipons un peu...nous sommes en 2006



Rêvons un peu...les nouvelles applications

■ Grilles de calcul

- Fédérer un grand nombre de sites de calcul scientifique pour construire un super-calculateur virtuel à l'échelle de la planète. Reculer les limites de la compréhension humaine: physique des haute-énergie (EU DataGrid), séquençage du génome, simulations numériques de réaction nucléaire, recherche de vie extra-terrestre (seti@home)...



IN2P3

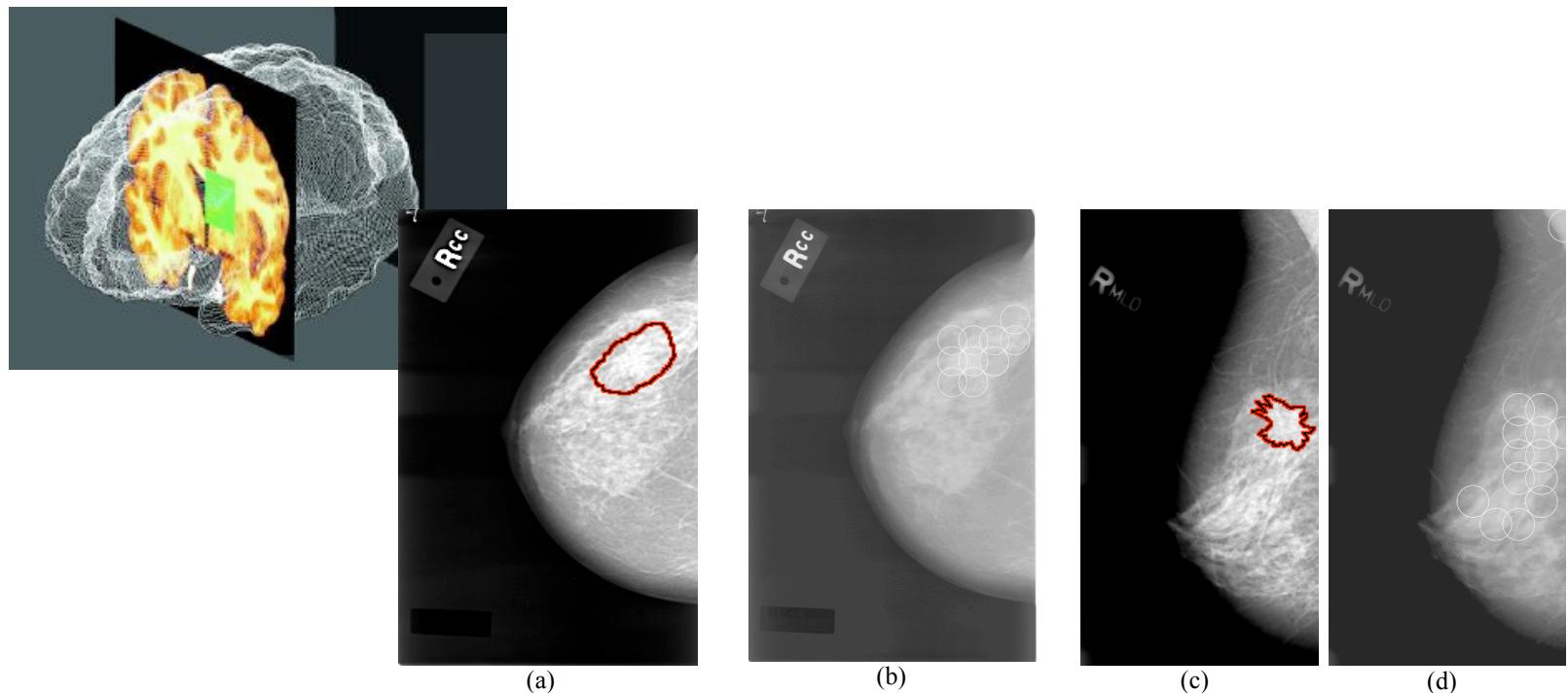


LLNL
1,920 Intel Xeon processors at 2.4 GHz

Rêvons un peu...les nouvelles applications

■ Imageries médicales et diagnostiques à distance

- Fédérer les bases de données médicales pour permettre la comparaison et la détection automatique de tumeurs (mammographies, simulation IRM...)
- Bénéficier de l'expertise d'experts dont la disponibilité est faible



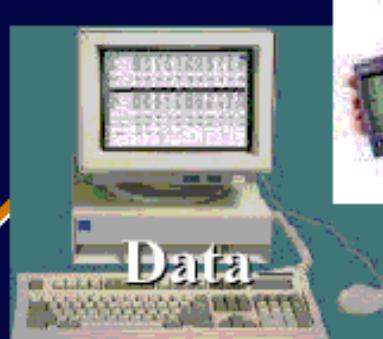
Les nouvelles technologies

- **Réseaux très haut-débit à multiplexage en longueur d'ondes (plusieurs Gbits/s)**
 - Projet VTHD en France
 - Projet Abilene, vBNS aux US
 - CA*net au Canada
 - ...
- **Réseaux tout optique, commutation optique**
- **Qualité de Service sur l'Internet**
- **Les nouvelles architectures de réseaux métropolitains**
- **VDSL (et plus) pour la boucle locale**

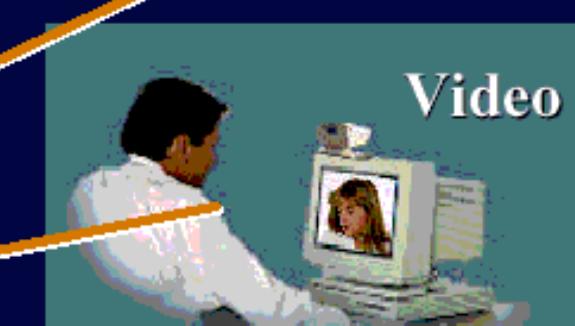
Mass market

The Internet Revolution

HDTV



Internet
Driven



Video Telephony

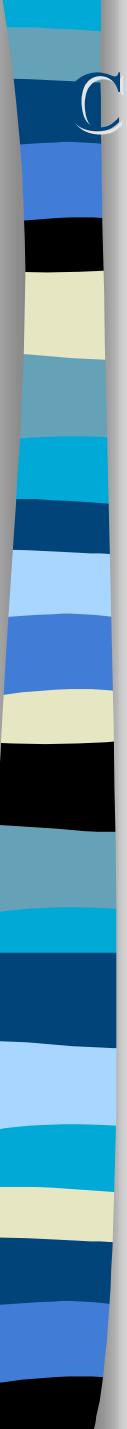


Games



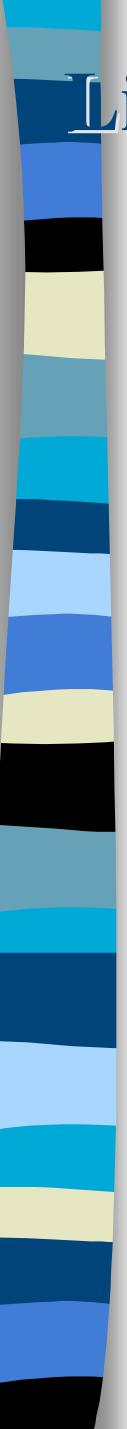
Telephony





Ce qu'il y a dans ce cours

- **Présenter les architectures physiques, et les protocoles associés à la communication sur ces infrastructures.**
- **Présenter les architectures de communication mises en place dans les éléments des réseaux**
- **Comprendre les besoins qui mènent à la définition de nouvelles technologies, et par conséquent à de nouveaux protocoles.**
- **Comprendre comment les protocoles sont faits, et pourquoi sont-ils faits de cette manière.**



Livres

- « Réseaux », 4ième édition, Andrew Tanenbaum, Pearson Education, ISBN 2-7440-7001-7
- James Kurose et Keith Ross, « Analyse Structurée des Réseaux: des applications de l'Internet aux infrastructures de télécommunication », 2e édition, Pearson Education, 2003.
- Claude Servin, « Réseaux et Télécoms: Cours et Exercices corrigés », Dunod, Collection Sciences SUP, 2003.