

Partie 1 : Internet Protocol

Partie 2 : Le Raccordement à l'Internet

Didier DONSEZ

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

IMA – LSR/ADELE

Didier.Donsez@imag.fr

Didier.Donsez@ieee.fr

Internet Protocol

Didier DONSEZ

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

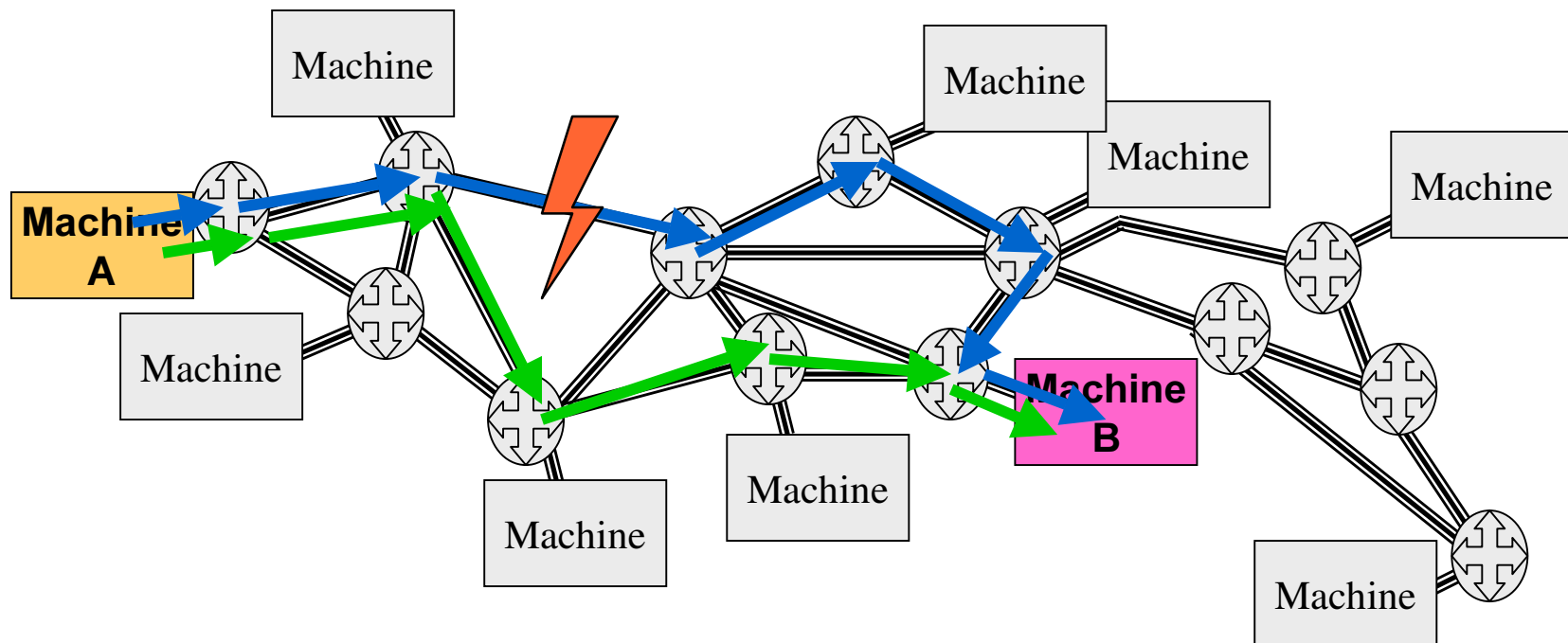
IMA – LSR/ADELE

Didier.Donsez@imag.fr

Didier.Donsez@ieee.fr

Qu'est ce qu'Internet ?

- D'abord, un protocole de communication entre un réseau de machines
- ## ■ Qu'est ce qu'un réseau ?
- Ensemble de nœud (machines et routeurs)



Qu'est ce qu'Internet ?

- D 'abord, un protocole de communication
entre un réseau de machines

■ Histoire de IP (Internet Protocol)

- 69: Réseau militaire (D)ARPANET du DoD
- 72: Spécification des protocoles
- 82: Interface Socket d 'UNIX BSD
- 86: Réseau NSFnet
- 89: HTTP et HTML
- 92: Réseaux EBONE et RENATER
- 93: Premier Navigateur Mosaïc du NCSA puis Netscape
- 94: Les entreprises se connectent
- 96: Internet commercial (*e-Business*)
- ... (*WAP, iTV, HotSpot, ADSL, ...*)
- 2010 *???? Difficile de prédire*

Quels chiffres

■ Automne 1994, (estimations RFC 1689)

- 4,800 gophers
- 1,200 anonymous FTP archives
- 600 Webs sites (HTTP/HTML)

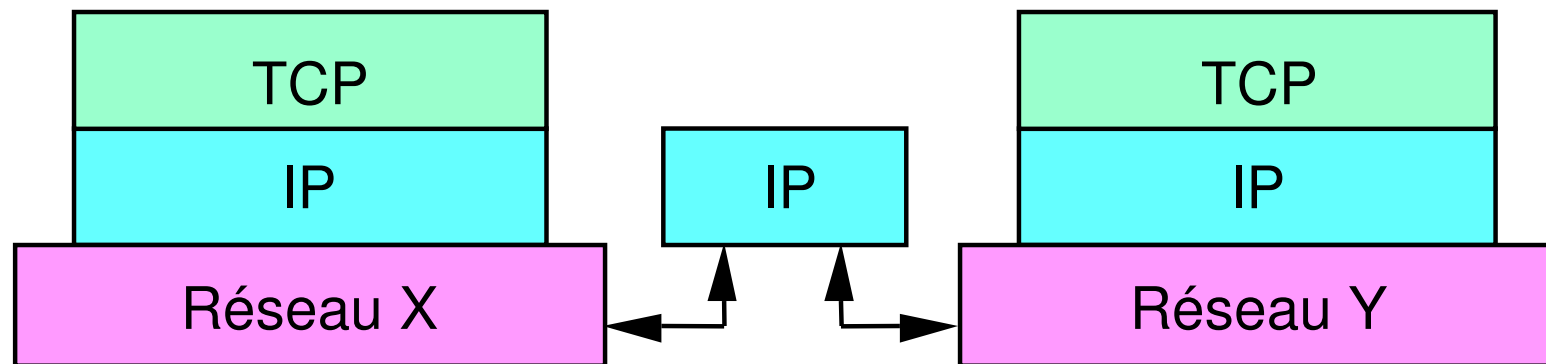
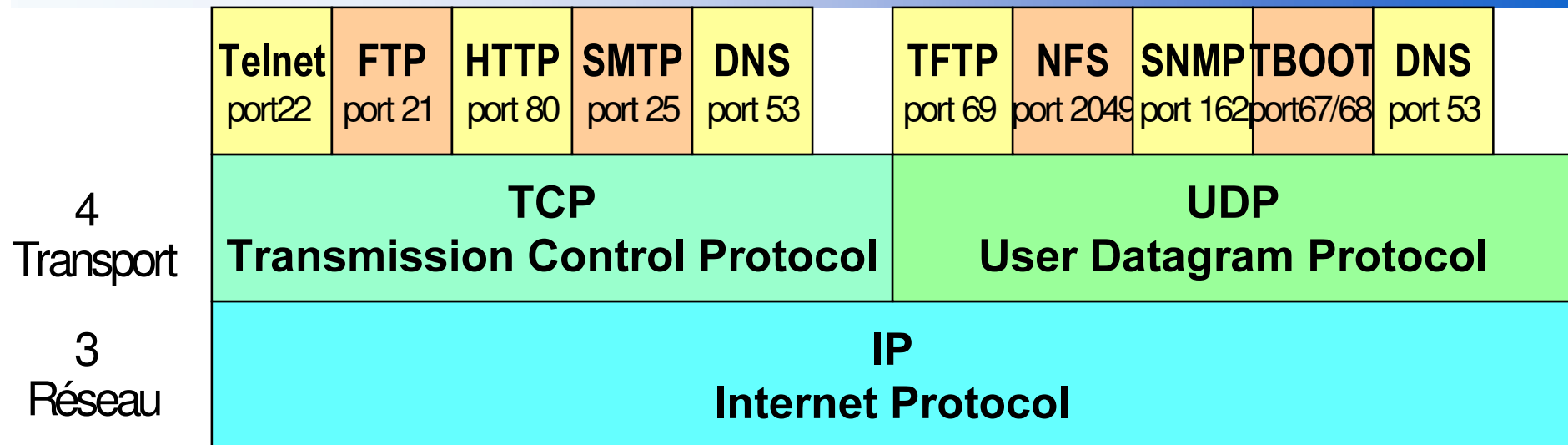
■ Fin 2000

Qu'est ce qu'Internet ?

■ Principes de base d 'IP

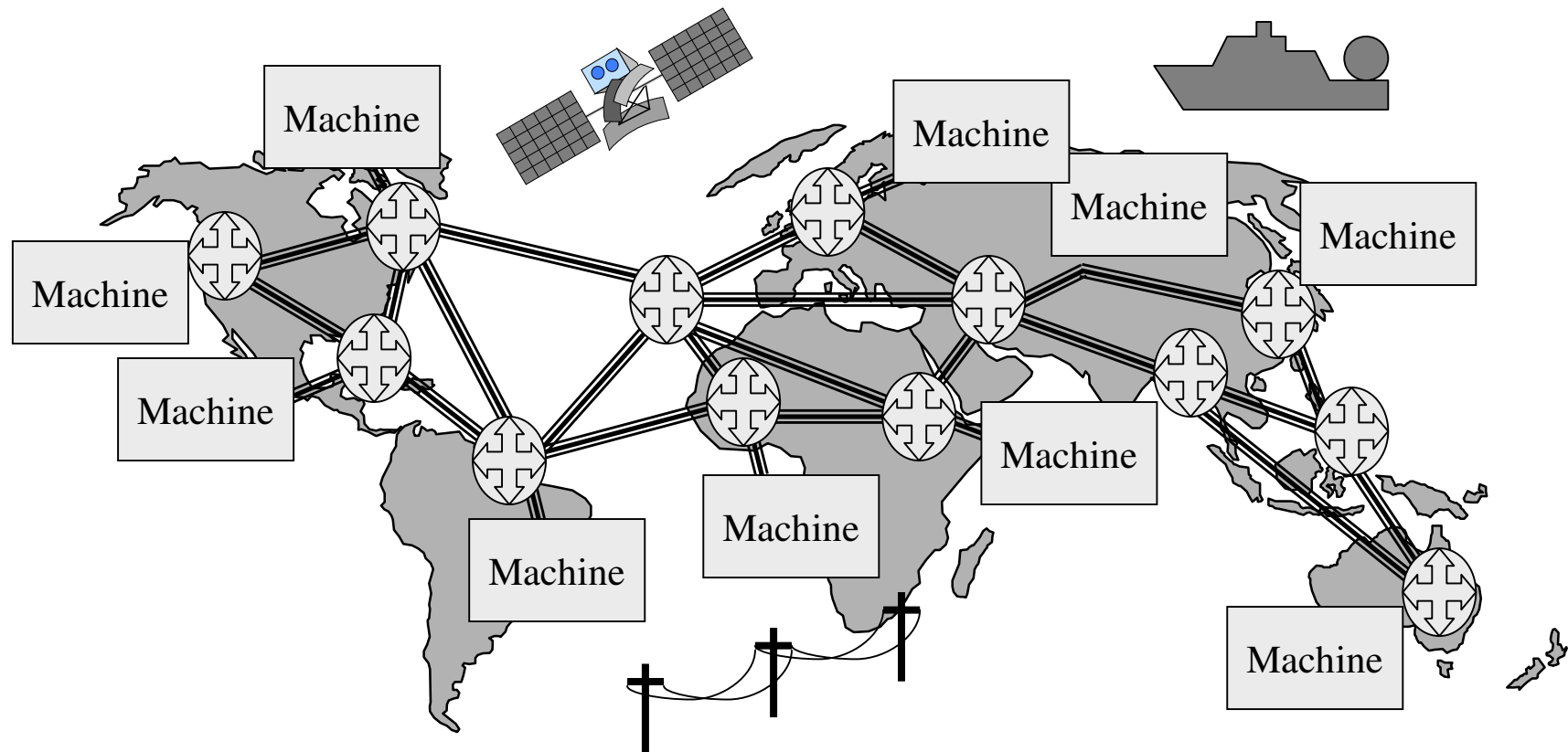
- Bout en bout
 - négociation entre les deux partenaires pour établir et gérer une communication
 - pas d 'intervention d 'intermédiaire
- Meilleur effort (*best effort*)
 - pas de garantie d 'acheminement
 - mais les intermédiaires se contentent de faire de leur mieux

Les couches IP



WWW : le réseau de réseaux

- the Web : la toile d'araignée
- the WWW : World Wide Web



L 'adressage dans IP

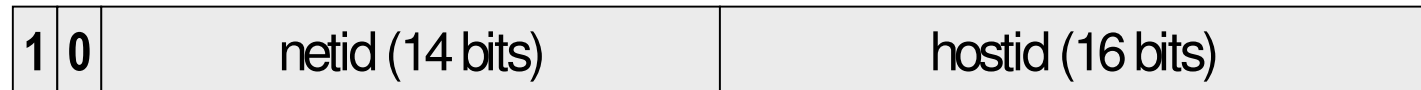
- Adresse IPv4 (codé sur 4 entiers)
 - 5 classes d 'adresse
 - 3 classes A, B, C d 'adresse de réseaux
 - » Classe A: 128 réseaux de 16 777 215 hôtes
 - » 0.0.0.0 à 127.255.255.255
 - » Classe B: 16 384 réseaux de 65 534 hôtes
 - » 128.0.0.0 à 191.255.255.255
 - » Classe C: 2 097 152 réseaux de 254 hôtes
 - » 192.0.0.0 à 239.255.255.255
 - 1 classe D d 'adressage MultiCast
 - 1 classe E réservé
 - Adresses particulières (classe D)
 - Gateway : xxx.xxx.xxx.254
 - DNS : xxx.xxx.xxx.1

Codage de l'adresse IPv4

Classe A



Classe B



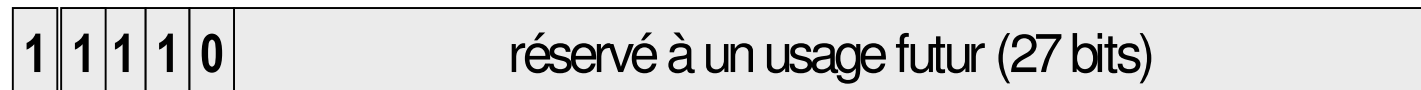
Classe C



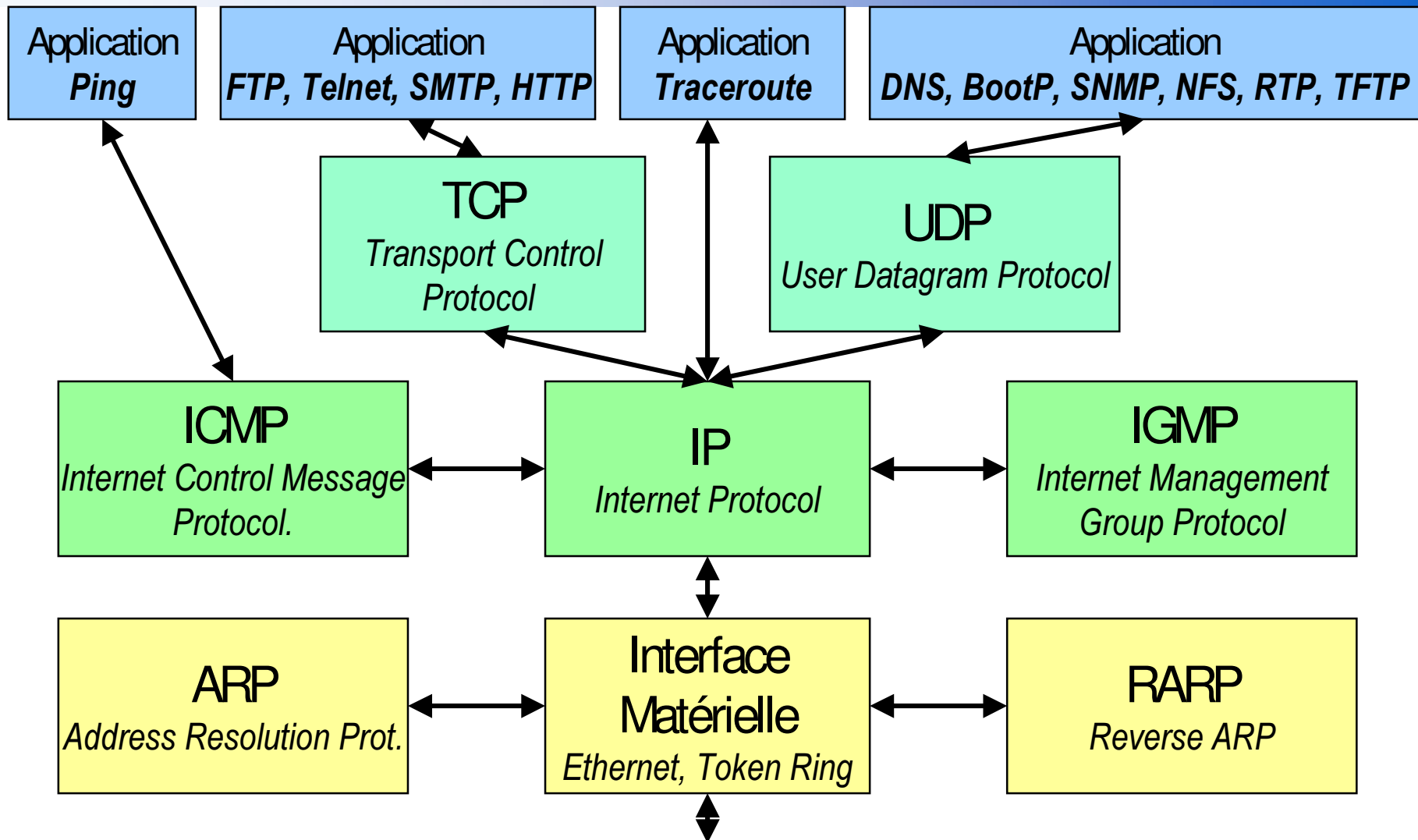
Classe D



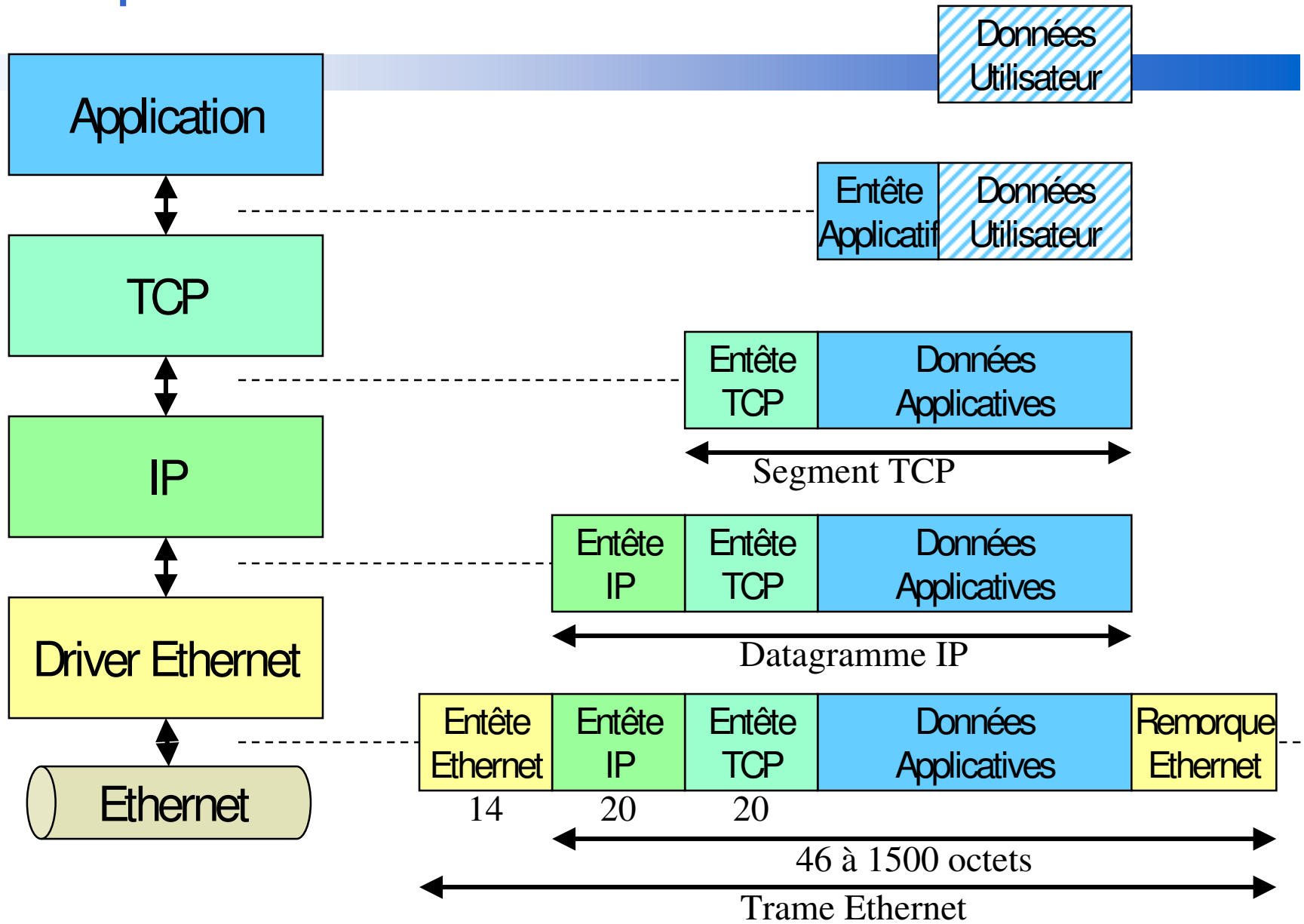
Classe E



Statification IP



Encapsulation des Données



Limite d 'IPv4

↪ pénurie actuelle de réseaux de classe C

↪ dimension des tables de routage

- Solutions

- CIDR (Classless InterDomain Routing)

- Hiérarchisation des adresses de réseaux

- » diminution des tables de routage

- NAT (Network Address Translation)

- N @ réseau privé >> M @ IP officiel

- » traduction d 'adresse par le routeur

- » enfreins le principe de **bout en bout** (pb avec IPSec)

- RSIP (Realm Specific IP)

- passerelle @ réseau privé et @ IP officiel

- » pallie aux inconvénients de NAT

- Adresse IPv6

- » profondeur accrue : Adresse de 128 bits

IPv6

■ Adressage

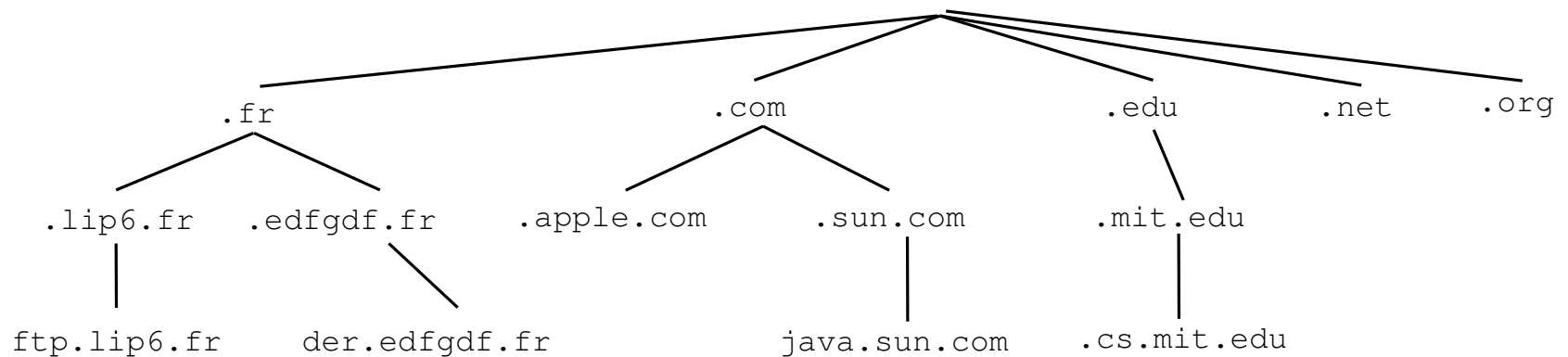
- Adresse de 128 bits (500 hôtes au m2)
profondeur accrue
1 Classe pour @ IPv4, 1 Classe pour @ IPX
Configuration automatique de l'adresse d'un hôte
@MAC : 00:60:08:56:dc:3f + Préfixe Réseau : 1f:fe
donne 1f:fe:60:08:fe:56:dc:3f
- Adresses Multicast et Anycast
- Gestion de la mobilité (IP Mobile)
adresse mère, adresses

■ Sécurité

- IPSec en standard
- Authentification (RFC1826), Confidentialité (RFC 1827)
- Gestion des associations et des certificats

Le nommage DNS

- Un nom de « Domaine »
 - hiérarchie de noms
 - une machine a un ou plusieurs noms DNS
- Résolution DNS vers IP
 - hiérarchie de serveurs DNS
resolv.conf, nslookup



Qui attribut les adresses IP et les noms DNS?

■ Attribution

- des paquets d 'adresses réseaux IP (A,B,C)
- des noms DNS
 - maintien des racines DNS : Top Level Domain (TLD)
 - gTLD (generic TLD) :
.com, .org, .edu, .gov, .mil, .net
 - ccTLD (country-code TLD) :
.fr, .de, .uk, .au, .at, .sk, ...

Qui attribut les adresses IP et les noms DNS?

■ Organisation hiérarchique

- NIC (*Network Information Center*)
 - un dans chaque pays, ... (en France l'AFNIC pour .fr)
 - <http://www.nic.fr>
 - <ftp://ds.internic.net/rfc/>
- Ancien monopole du NIS (*Network Solution Inc.*) (04/99)
 - monopole pour .com, .org, .net
 - 5 « registrars » au démarrage
 - AOL, Register.com, Melbourne IT, Core, Oléane (FT)
 - reverse quand même au NIS 9 USD par nom enregistré
 - chasse aux « cybersquatters » du DNS

■ Les cybersquatters

- Occupe un nom connu pour le monnayer auprès de son propriétaire légitime
- Capturer la requête d'un cybernaute effectuant une faute de frappe
amazom.com, amazone.com, ... à la place d' amazon.com

Qui attribut les adresses IP et les noms DNS?

■ Saturation du domaine .com

- Cybersquatters
- Toute les combinaisons de 3 à 4 lettres
- 90% du vocabulaire anglais

■ Nouveaux gTLD (06/2001) : 44 propositions

- Assignation par l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- Gestion par des sociétés privées
 - .biz, .pro, .museum, .aero (voyagistes), .coop (associations), .info, .tv ...
Vérification de l'appartenance au domaine d'activité
mais difficulté dans le contexte multi-national
 - .name (particulier) ...

Le Commerce du DNS

■ Réservation puis revente des noms courants

- Exemple
 - warner, currency, jamesbond, sex, ...
- Pas de contrôle de la part des registrars
 - quelqu'un peut squatter votre « marque »

■ Vente aux enchères de DNS

■ Utilisation de noms « voisins »

- erreur de frappe ou phonétique
 - amazom, amazone sont voisins d'amazon et vendent aussi des livres, CD, ...
 - yohaa, yahou, yahu sont voisins de yahoo

La Répartition des DNS (au 01/2000)

■ 9 606 000 DN Générique (gTLD)

.gov, .edu	6 400
.org	755 000
.net	1 150 000
.com	7 682 000

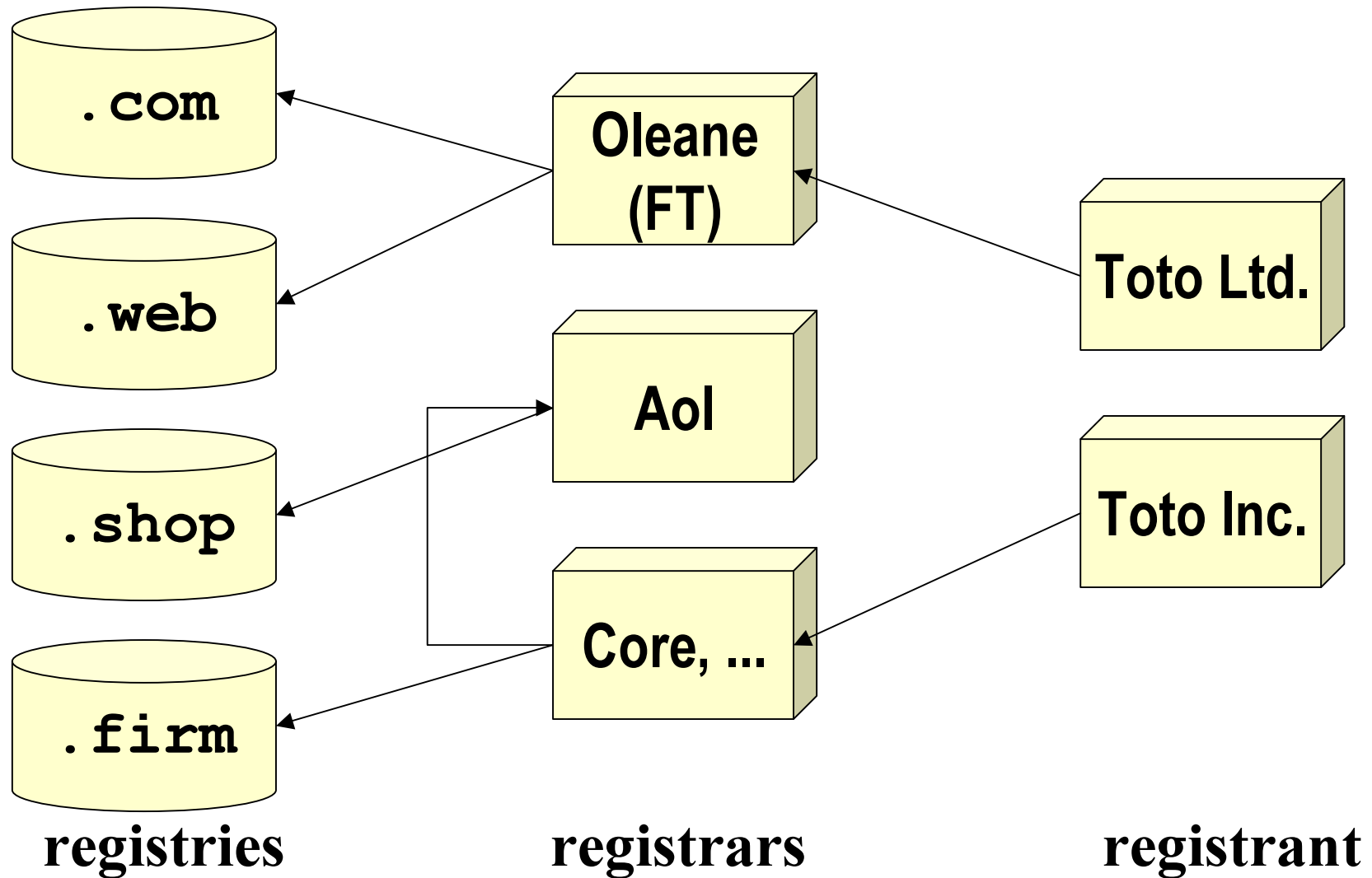
- Recherche du gTLD
 - <http://www.networksolutions.com/cgi-bin/whois/whois>

■ 3 173 000 DN Nationaux (ccTLD)

.de	870 000
.uk	756 000
.fr	50 000
reste	1495 000

- Recherche du gTLD
 - <http://www.ripe.net/ripenncc/index.html>

Principes du DNX (Domain Name eXchange)



Opérations

■ Intelligent block reservation

- try *bread.firm
- try [a-z][a-z]service.shop

■ Cross TLD reservation

- try bread.*

■ Interaction with multiple registries

■ Speculate

- buy bread.* if < 3000 \$

■ Proximité

- amazon.com et amazom.com

Les Modes de Communication

■ Point à Point

- TCP/IP
- UDP/IP

■ BroadCast

- LAN, TV, Radio
- Diffusion de message à toutes les machines du réseau

■ MultiCast

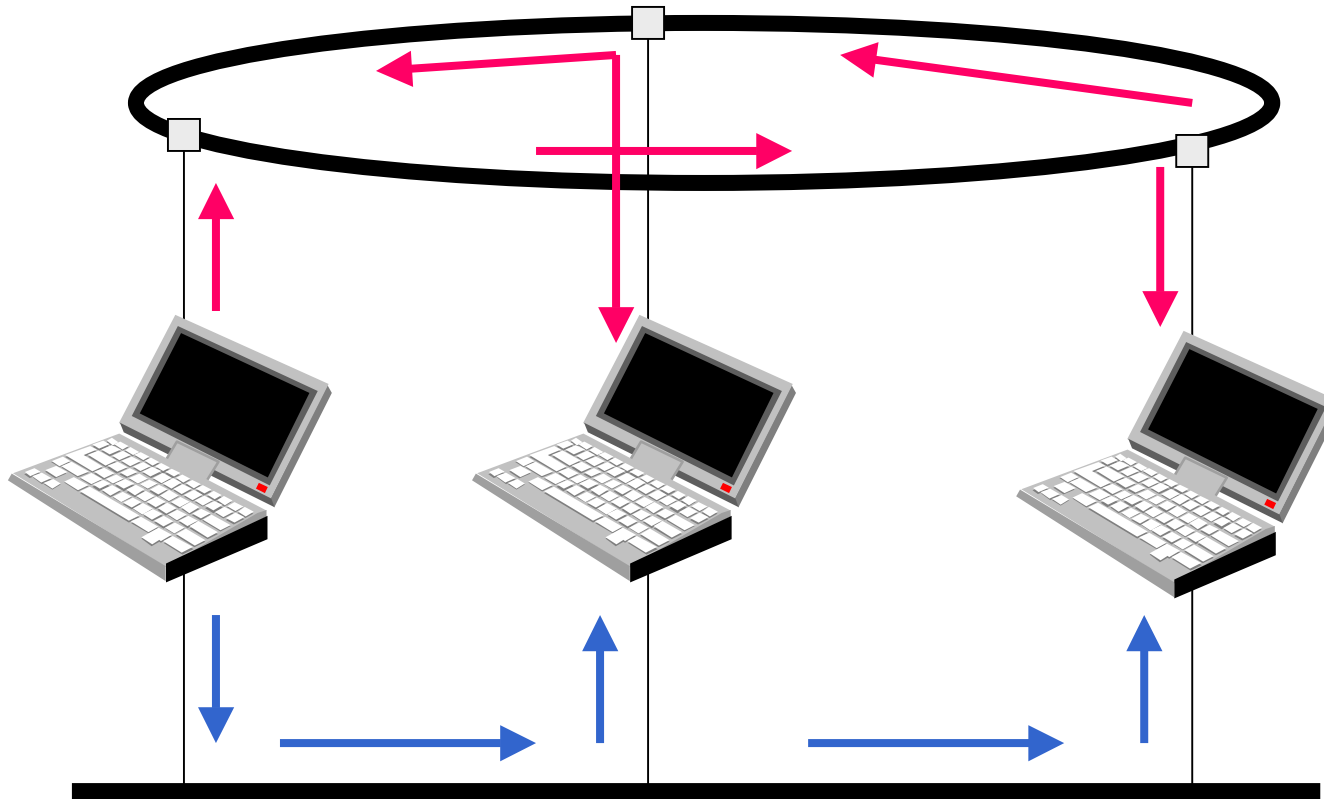
- LAN, WAN

■ AnyCast

- exemple : le serveur FTP le « plus proche »

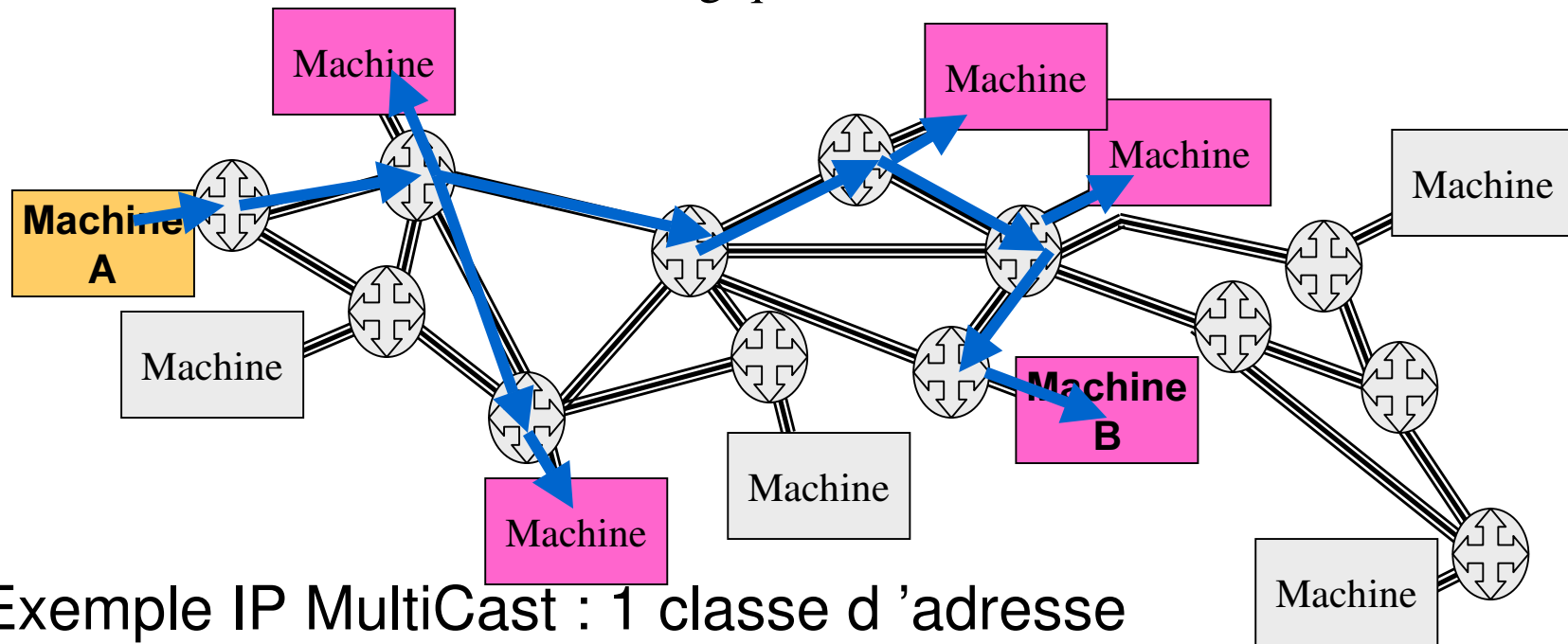
Qu'est ce que le BroadCast ?

- Diffusion de message à toutes les machines du réseau (LAN)



Qu'est ce que le MultiCast ?

- Diffusion de message limitée à un sous ensemble de machines (ou diffusion restreinte)
 - les routeurs « routent » intelligemment !
 - Applications : WebTV (on live), WebRadio, Diffusion de Cours de Bourse, de Prévision Météorologique, ...



- Exemple IP MultiCast : 1 classe d 'adresse
 - Voir : <http://www.ipmulticast.com>

Qualité de Service IP

■ Notion de QoS

- Quality Of Service
 - délai de transmission d'un message, débit moyen, débit crête
 - Impératif pour la voix, recommandée pour la vidéo, ...

☹ QoS non garantie par IP

■ RSVP (Reservation Protocol)

- QoS garantie par IP
 - réservation de ressources sur les routeurs
 - définition de priorité négociée

Sécurité IP

■ IPSec

■ VPN

■ Tunneling

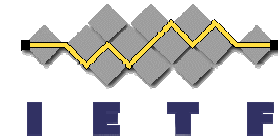
IP et Mobilité

- Voir cours Réseaux (sans fil)

La Normalisation

■ Internet Engineering Task Force

- RFC : Request For Comment
- IRTF : Internet Research Task Force
- Mailing List Alerte Sécurité
- <http://www.ietf.org>



■ Internet Society

- <http://info.isoc.org>

■ W3C Web Consortium

- MIT, INRIA, Université de Keio
- <http://www.w3c.org>



Quelques outils pour comprendre

■ nslookup

- pour interroger la résolution DNS
 - tester java.sun.com

■ tcpdump

- pour examiner les trames IP qui passe sur le réseau LAN
 - faites un telnet depuis une autre machine : on peut capturer les mots de passe

■ telnet

- pour dialoguer avec un serveur distant
 - telnet java.sun.com 80
 - GET / HTTP/1.0

Le Raccordement à l'Internet

Didier DONSEZ

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

IMA – LSR/ADELE

`Didier.Donsez@imag.fr`

`Didier.Donsez@ieee.fr`

Prestataires Internet et Opérateur

■ Prestataires (*ISP : Internet Service Provider*)

- services et connexions Internet
 - Akamai, ...
- cible
 - Particuliers, PME/PMI, Grands groupes

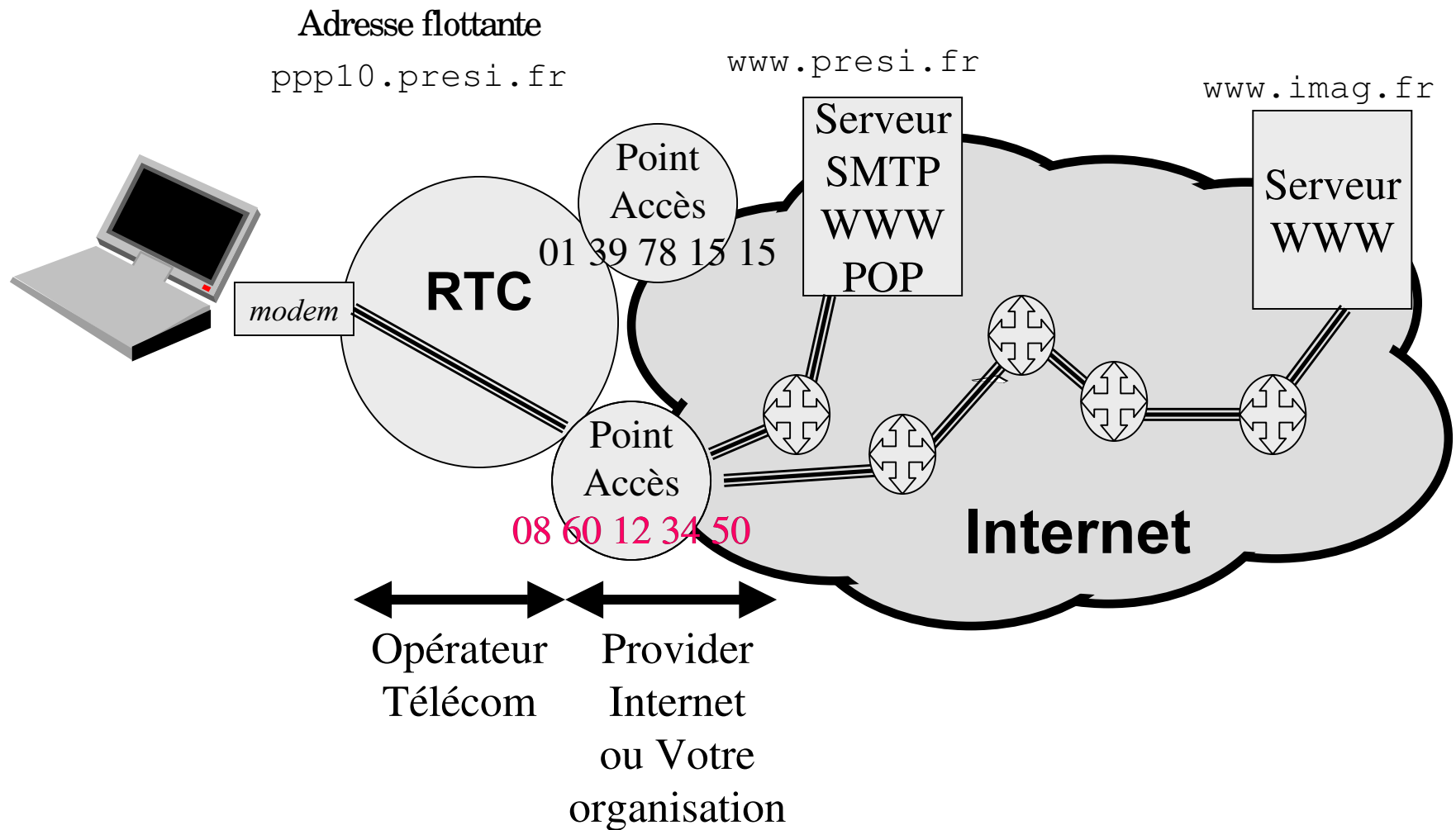
■ Opérateurs

- réseaux téléphoniques
 - France Telecom, Cegetel, ...
- attaque le marché des ISP
 - particulier (Wanadoo, ...)
 - démarche maintenant les PME/PMI
(rachat d 'Oléane par FT)

■ Courtiers

- intermédiaire dans la réalisation de services WWW
 - expertise Réseau, Sécurité, ...

Comment se connecter ?



Les prestataires Internet (i)

- en anglais Internet Service Provider (ISP)
- en français Fournisseurs d 'Accès Internet

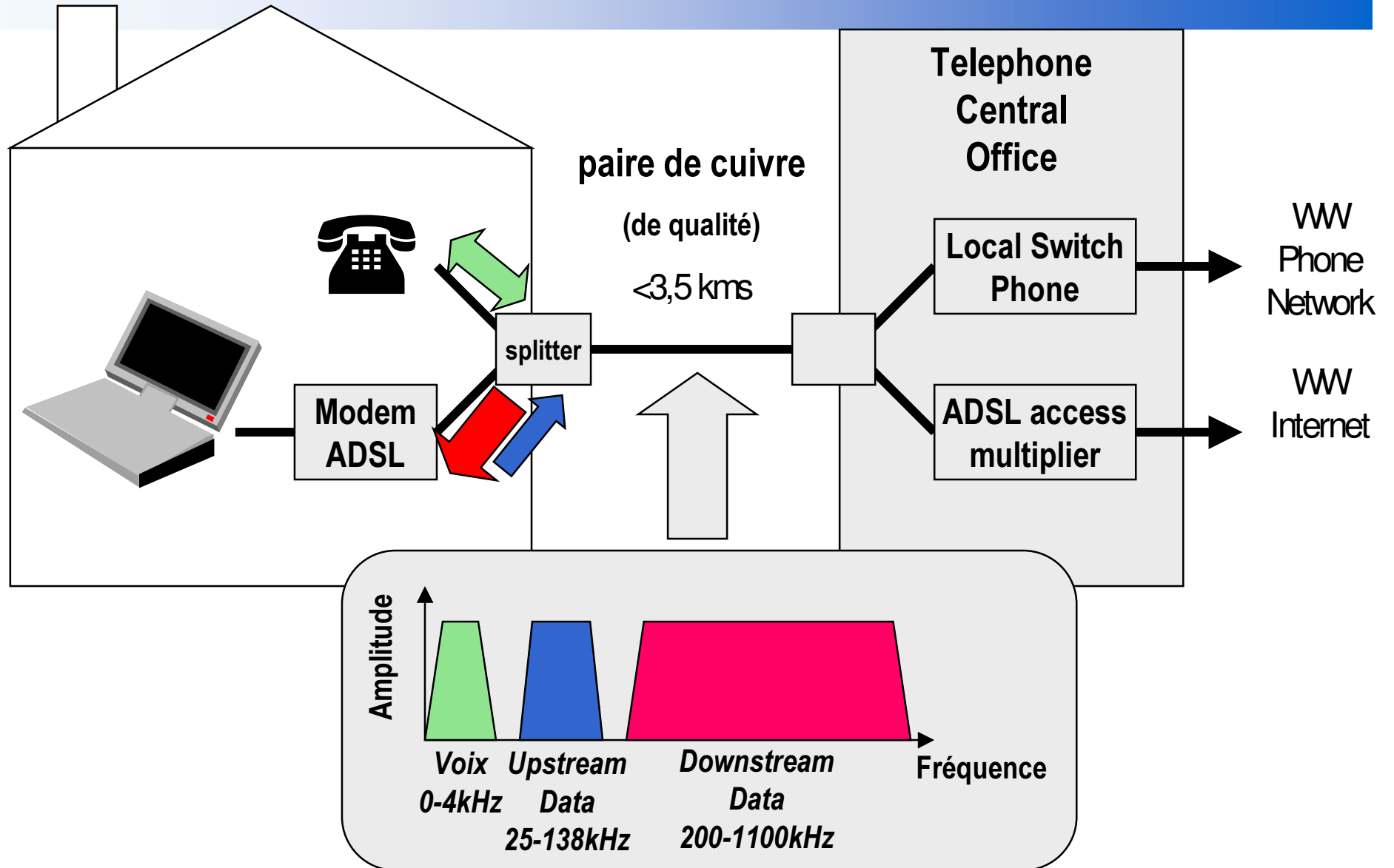
■ Services offerts

- propose un point d 'accès à Internet
via son réseau (PPP : *Point-to-Point Protocol*)
 - accès temporaire par RTC, BLR, RNIS, GSM
 - accès permanent par LS, X25, Satellite, Câble, xDSL, Satellite(Download)+RTC (Upload)
- propose des services
 - boîtes à lettre (Post Office)
 - hébergement de serveurs WWW
pages et services
 - proxy, miroir, ...

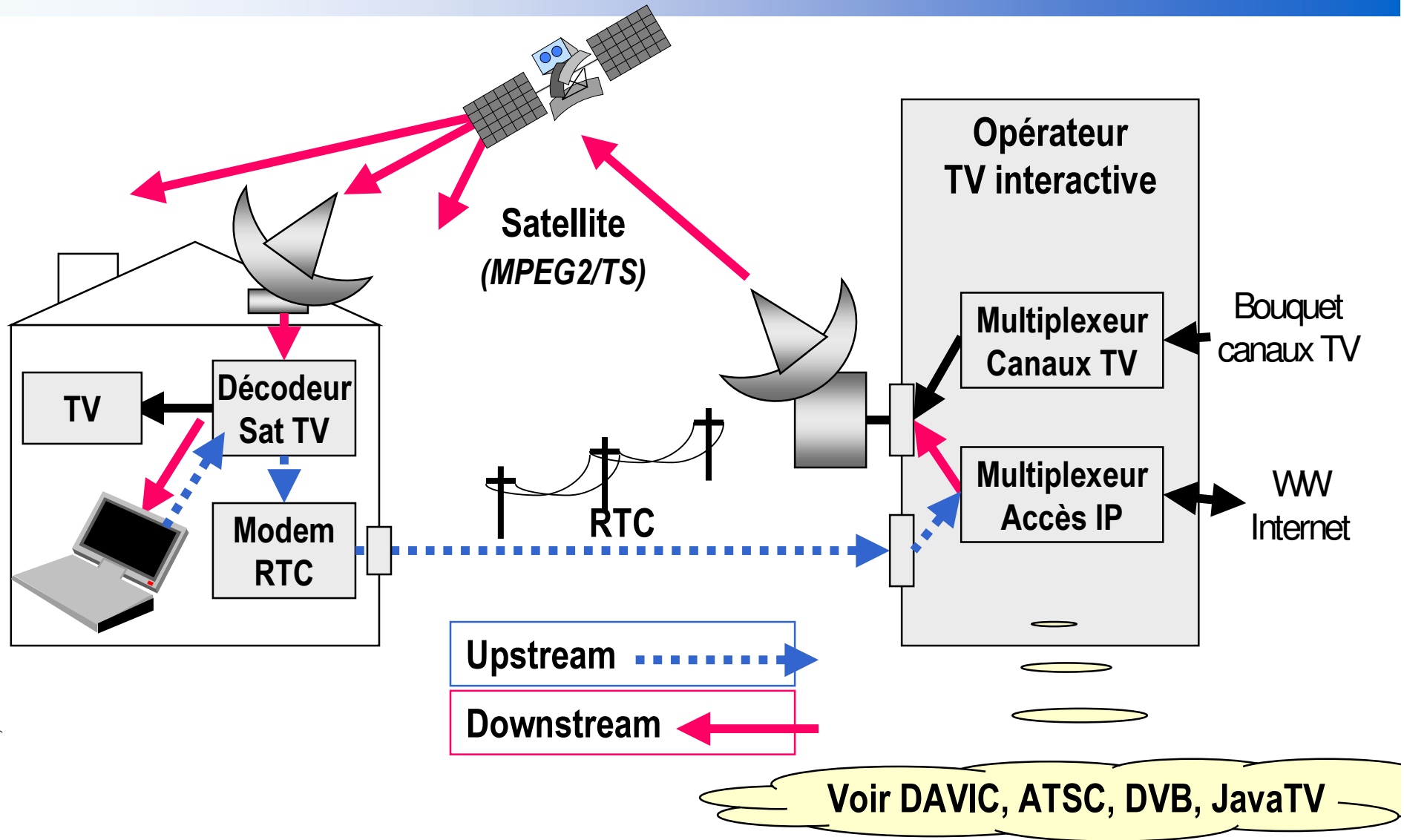
Le point d'accès

	RTC	RNIS	Câble	ADSL	Satellite	GSM GPRS	HotSpot WiFi
Débit Descendant	56Kbs v90 v92	128Kbs et plus	1,5 à 30 Mbs	1,5 à 8 Mbs	0,4 à 45 Mbs	9,6Kbs	11Mbps 54Mbps
Débit Montant	56Kbs v90	128Kbs et plus	300 Kbs à 10 Mbs	384 Kbs à 1 Mbs	Modem 33,6 Kbs	9,6Kbs	11Mbps 54Mbps
Equipement	> 50€	> 100€	location /achat	100€ à 200€	750€	Téléphone GSM Carte PCMCIA GSM	Carte WiFi 802.11 abg
Charge mensuelle approximative	5 à 20€ (ou 0.02 € /minute)	> 15€ + Com Locale	> 20€	>20€	50€ à 2000 €	Forfait 1€/100Ko	Abonnement, ponctuelle
Support	Partout	Europe (en voie d'extinctio n)	Grandes Villes	Urbain	Partout	Couverture GSM	Gares, Aéroports, Hôtels, WTC ...

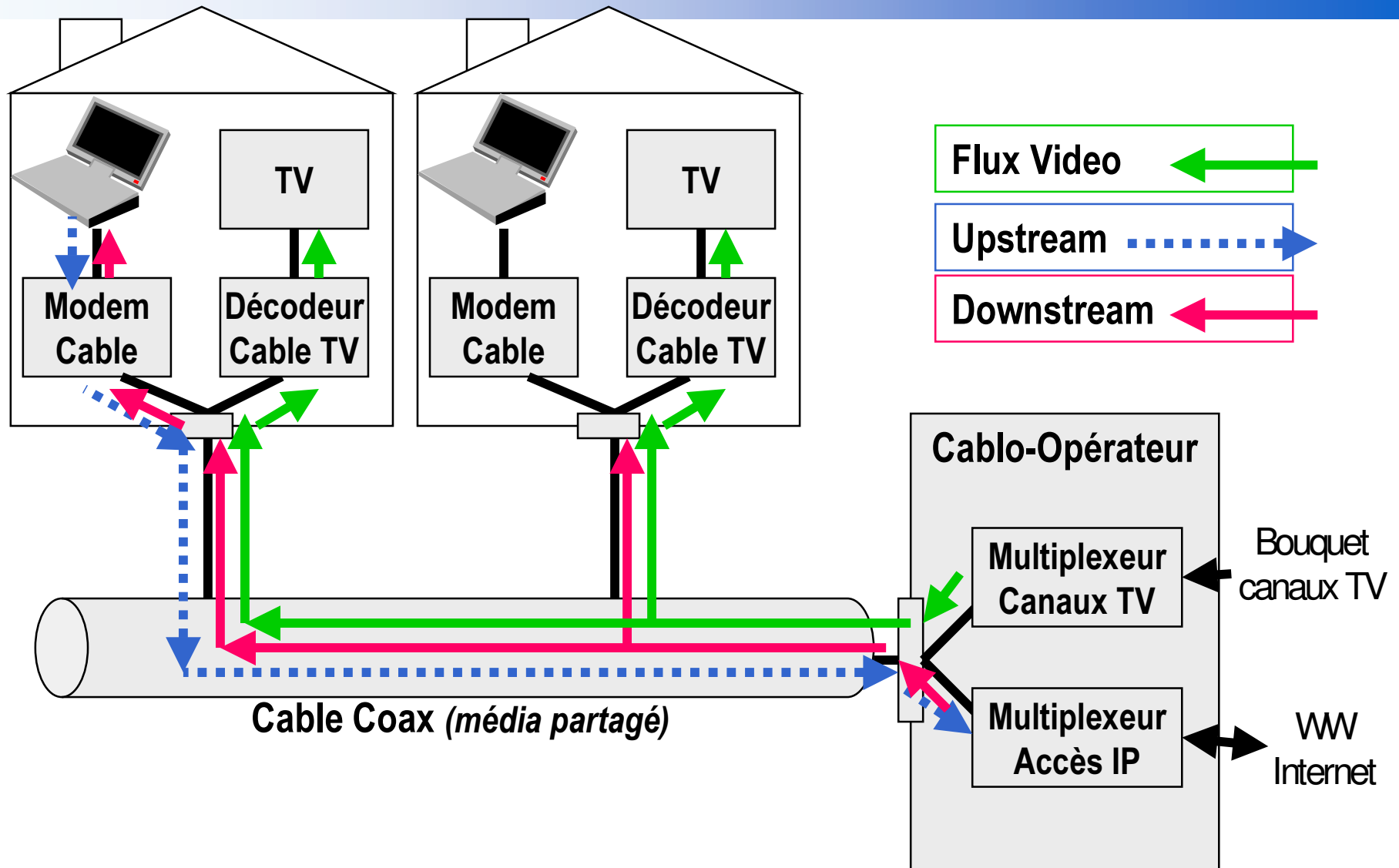
Le Point d'accès par ADSL



Le Point d'accès par Satellite



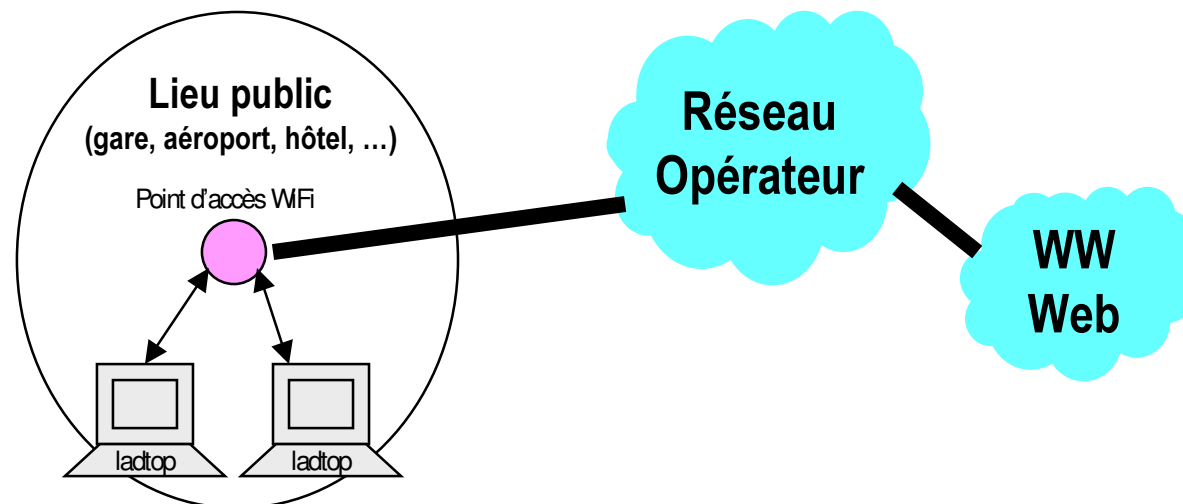
Le Point d'accès par Modem Cable



Le Point d'accès WiFi (i)

■ Principe du HotSpot

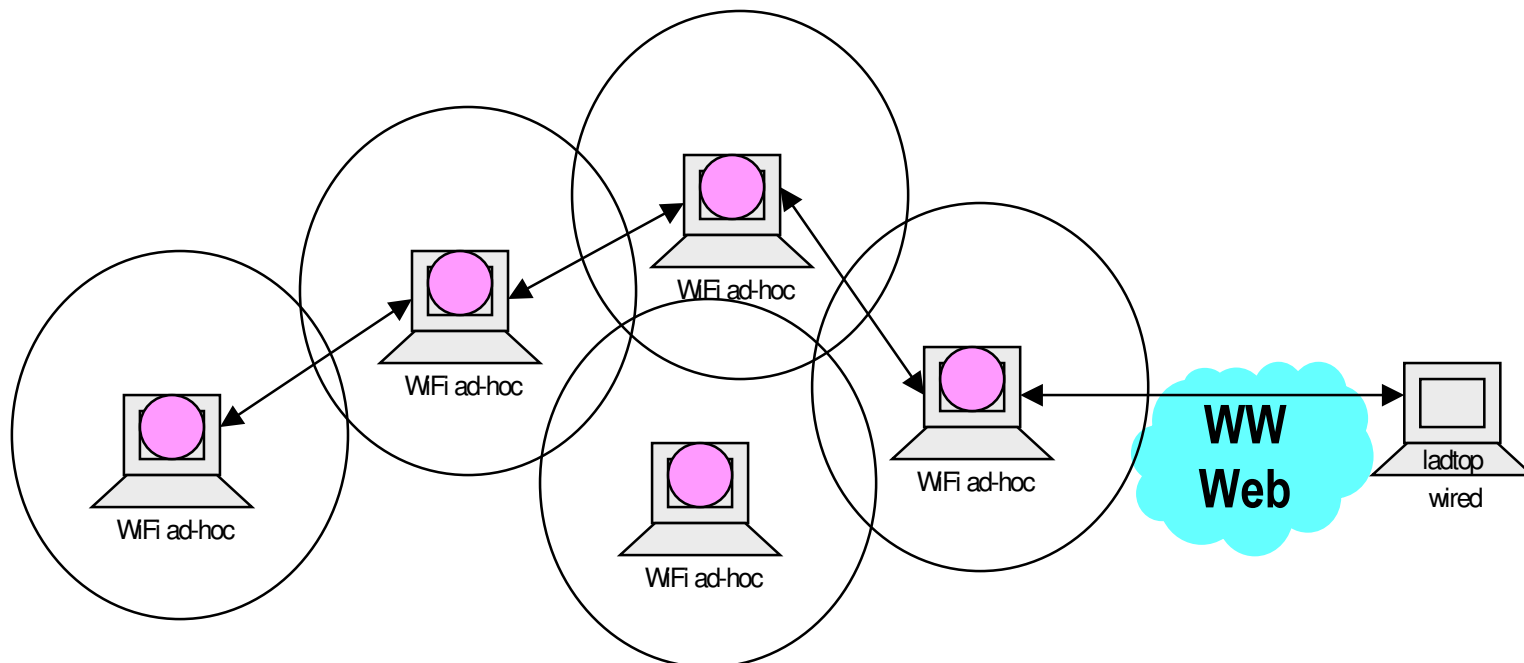
- Point d'accès WiFi (802.11 abg) dans des lieux publics
 - Gares, Aéroports, Hôtels, ...
 - ou sur des très grandes zones urbaines (Ozone à Paris, ...)
- opéré conjointement par un ISP et le propriétaire du lieu
- Accès payant (abonnement, ponctuel) ou gratuit



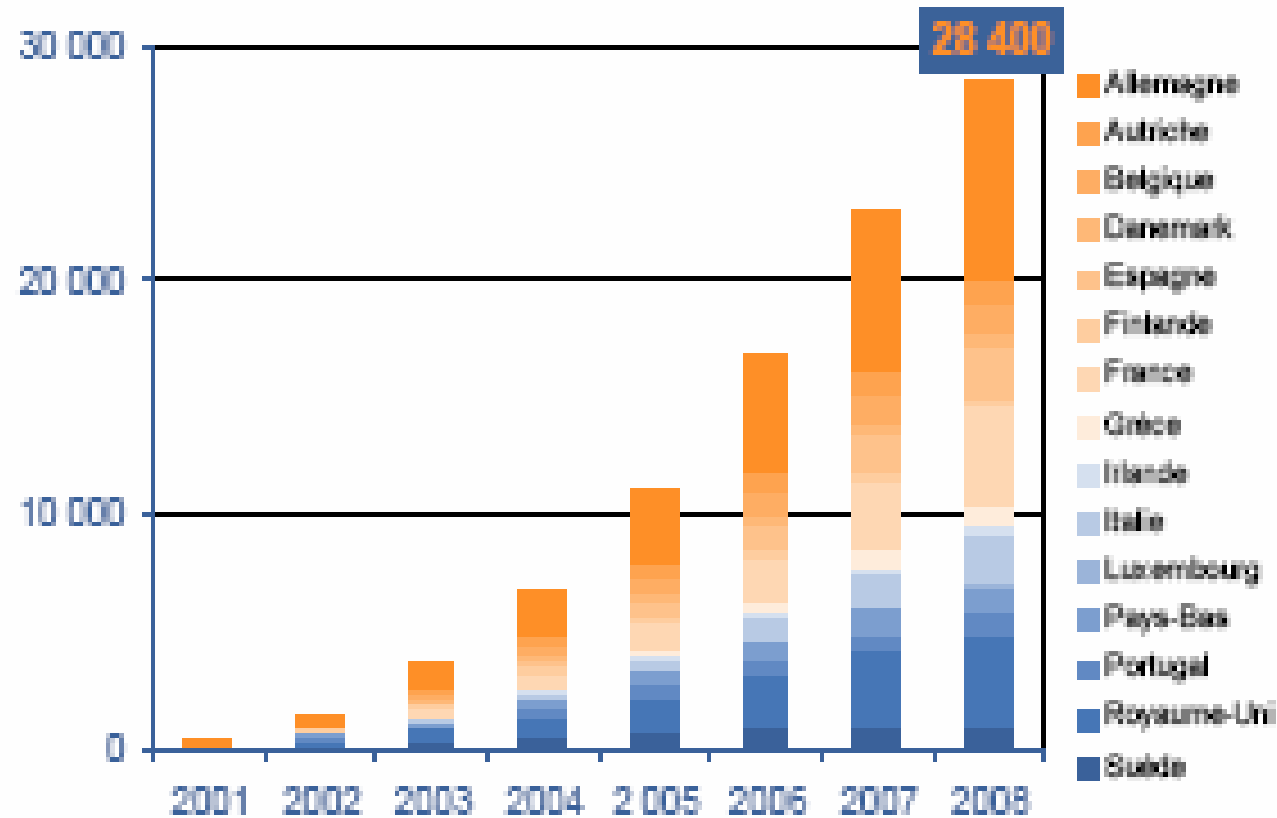
Le Point d'accès WiFi (ii)

■ Réseaux Communautaires WiFi sans opérateurs

- Principe: chaque PC équipé WiFi passe en mode AdHoc pour devenir routeur (sans fil)
 - Les paquets passent de proche en proche
- Exemple: Seattle, ...



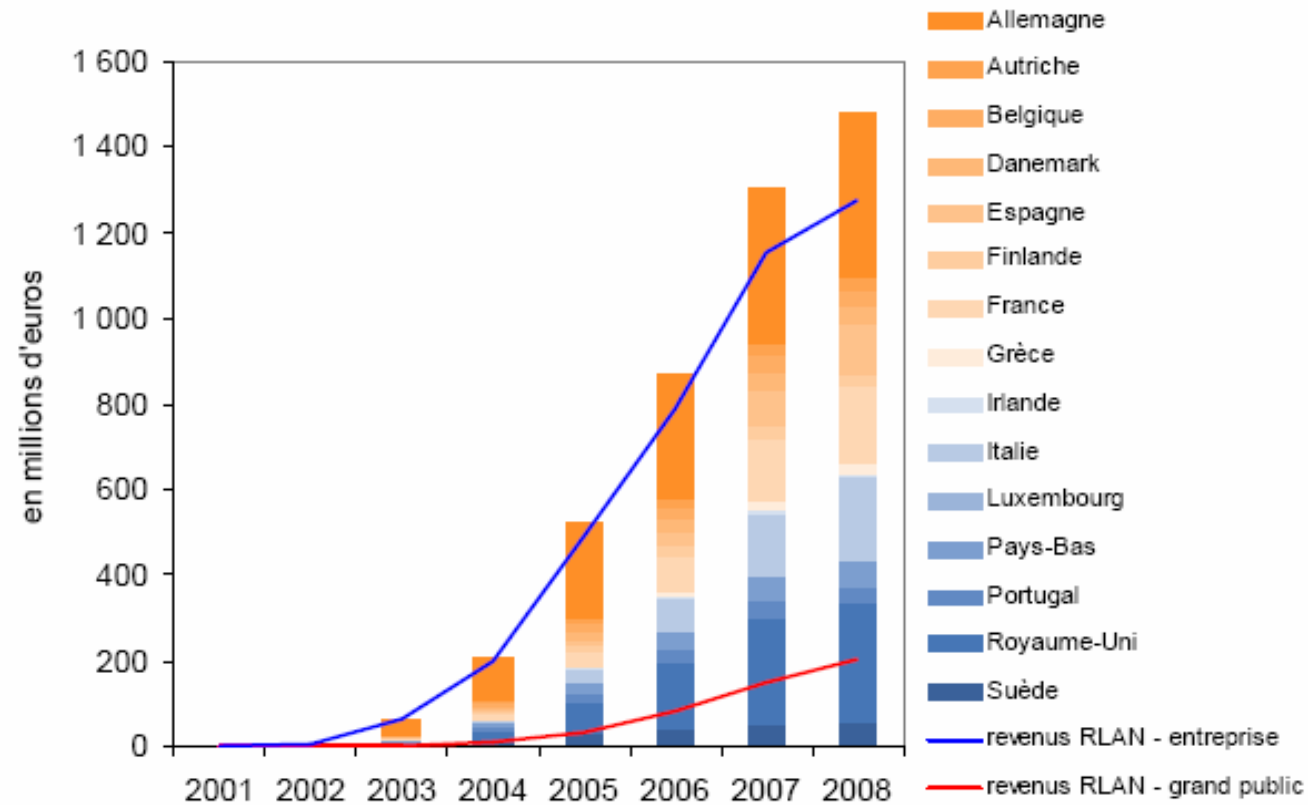
Le Point d'accès par HotSpot WiFi



Evolution du nombre de hotspots

(source : OMSYC – le marché du WLAN en Europe)

Le Point d'accès par HotSpot WiFi



Evolution des revenus issus des hotspots

(source : OMSYC – le marché du WLAN en Europe)

Le Point d'accès par BLR (Boucle Local Radio)

- Fin du monopole de FT sur la boucle local
 - Concurrence des prix sur la boucle locale comme pour le national ou le GSM
- Licences d'exploitation accordées par l'état
 - Opérateurs BLR : Broadnet, ...
 - proposent des accès locaux (voix, données) par voie hertzienne
 - Bande de 26 GHz (zone urbaine et dense)
 - Bande de 3,5 GHz (zone suburbaine et étendu)

Le Point d'accès par BLR (Boucle Local Radio)

■ Infrastructure

- Station de Base de l'opérateur
- Station fixe des abonnés (antenne de ~25 cms)

■ Débits

- moyen et haut débits ($n \times 64$ kbit/s et $n \times 2$ Mbit/s) en mode bidirectionnel.
- Accès 144 Kbits (~RNIS : 2×64 kbit/s + canal D à 16 kbit/s) pour la bande des 3,5 GHz

■ Modes

- Point à point
 - abonnés haut-débit
- Point à multipoint

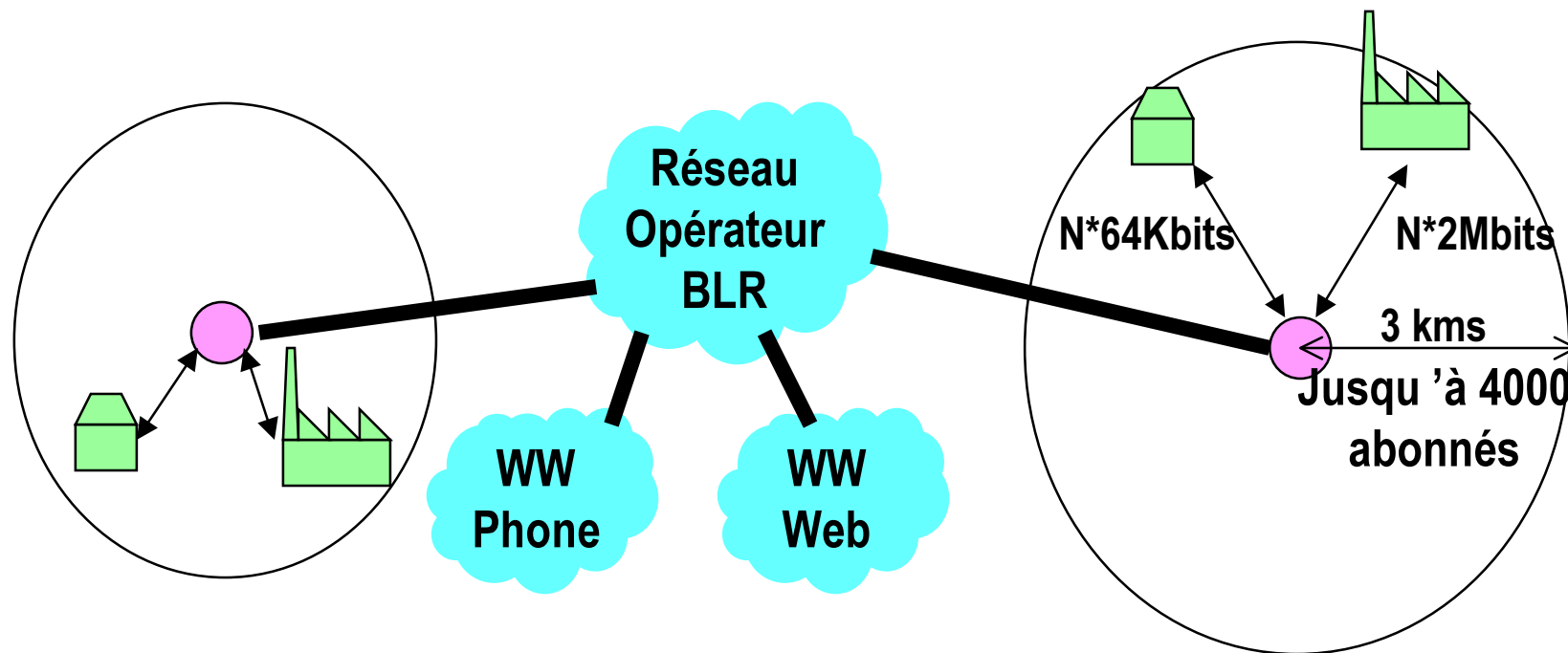
Le Point d'accès par BLR (Boucle Local Radio)

■ Le second souffle pour la BLR: le WiMAX

- IEEE 802.16
- 2 plages : 10 à 66 GHz et 2,1 à 11 GHz.
- débit théorique: 70 Mbit/s
- portée : jusqu'à 50 km (sans besoin vue directe émetteur et récepteur)
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Pas de roaming pour l'instant
- Liens
 - <http://www.wimaxforum.org>
 - <http://www.ieee.org/portal/index.jsp>

Le Point d'accès par BLR (Boucle Local Radio)

■ Architecture



Le Point d'accès par Courant Porteur

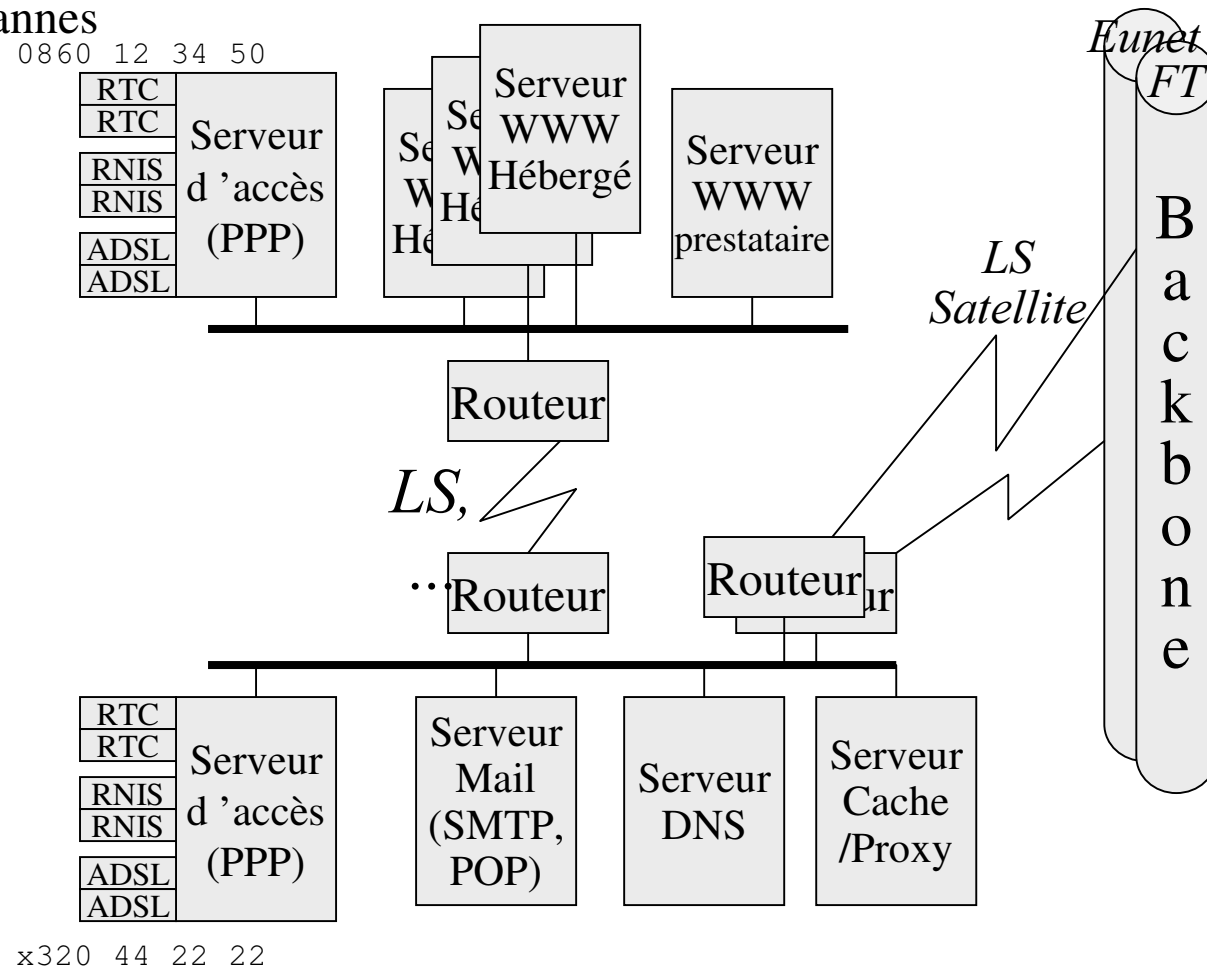
- En courant d'évaluation
pour les régions (*ie rurales*) non ADSL

- Problème du manque de normalisation
 - Beaucoup de solutions propriétaires

Les prestataires Internet (ii)

■ Moyens d'un prestataire

- Zone de tarification locale ou internet (0860XXXXXX)
- Tolérance aux pannes



Les prestataires Internet (iii)

■ Abonnement

- particulier
 - adresse IP flottante (par session PPP, en cours de session PPP)
 - paiement au forfait horaire ou illimité
 - et voir même gratuit (Liberty Surf, Fnac, Mageos, ...)
- Commercial / Pro
 - ensemble d 'adresse flottantes ou fixes
 - nom de domaine propre `.mycomp.com`
 - intermédiaire dans la demande
 - garantie du point d 'accès aux heures de pointe
 - hébergement de serveurs WWW
 - à fins commerciale `www.mycomp.com`

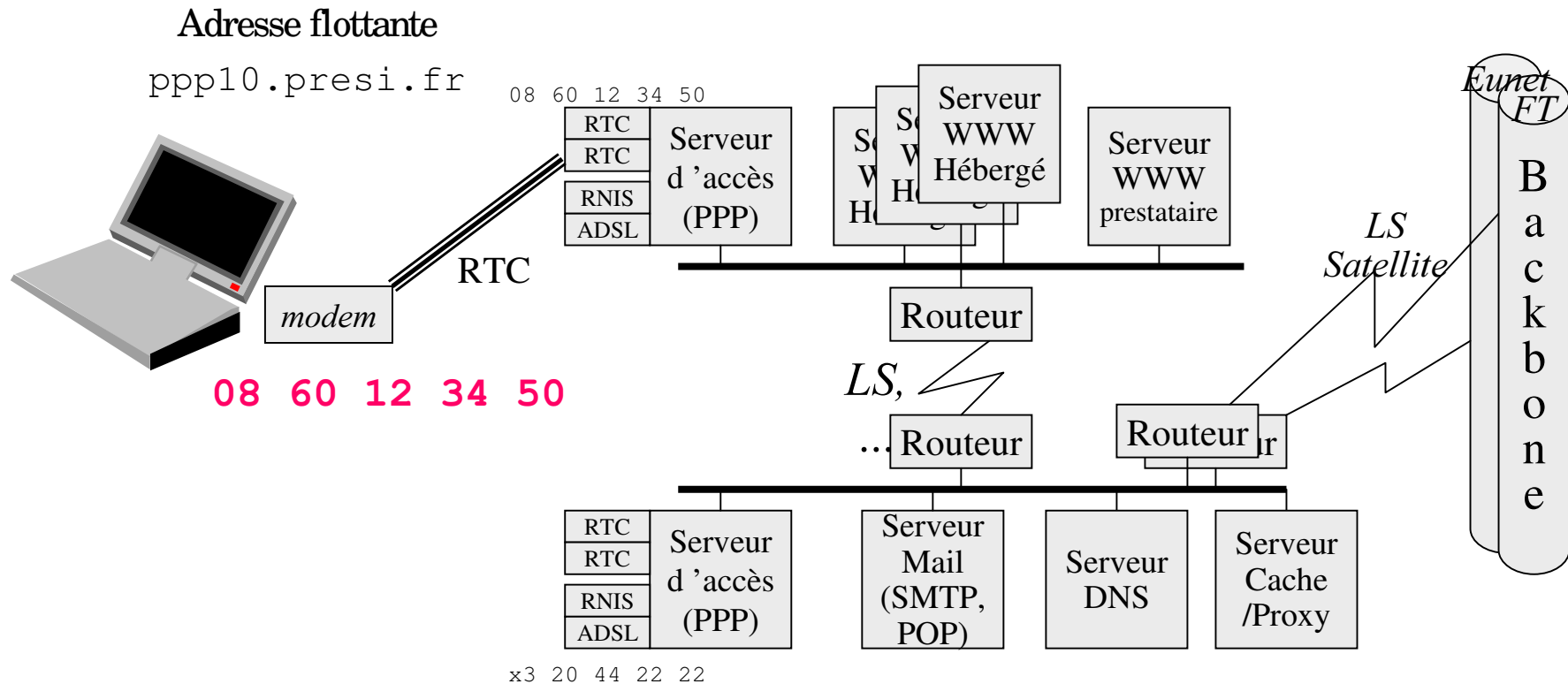
L'hébergement de services Web (i)

- Sur une machine du réseau de votre entreprise
 - adresse IP public fixe pour votre serveur
 - position par rapport au firewall
 - connexion permanente chez votre prestataire
 - coûteux
- Sur une de vos machines déportées chez votre prestataire
 - adresse IP public fixe pour votre serveur
 - connexion temporaire chez votre prestataire
 - administration du serveur, changement de données (nouveaux prix, nouveaux articles, ...), récupération d'information (nouvelles commandes, nouveaux clients, ...)
 - problème pour des transactions synchrones
 - commande possible si disponibilité des stocks
 - confiance dans le prestataire
 - fichier client chez le prestataire

L'hébergement de services Web (ii)

- Sur une machine de votre prestataire
 - externalisation, *out-sourcing*, ...
 - Serveur dédié, serveur partagé (ou « mutualisé »)
 - Location : volume stocké, durée, débit/ volume échangé, ...
 - Remarque : location sur un WE pour un réflecteur de jeu en réseau partagé entre « gamers »
 - Attention, le prestataire accède à une partie de votre SI
 - Exemple : Akamai, Digital Islands, ...

La connexion temporaire (i) cas du particulier



Roaming : l'utilisateur est nomade (national et international)
 l'utilisateur se connecte à partir d'un autre numéro de point d'accès
 (qui peut être celui d'un ISP tiers avec qui son ISP a passé des accords)

Services gratuits (eh oui !)

■ Accès Gratuit

- Point d'accès à Internet
 - Free, FnacNet, Fresbee ...
- QoS à la connexion
 - multiples tentatives aux heures de pointes

■ Email Gratuit

- Boîtes à lettre gratuites
 - formulaires HTML (WebMail), POP3, IMAP4
- Yahoo, HotMail, Lemel, ...

■ Hébergement Gratuit

■ le « Business Model »

- publicité (bannière, fenêtre)
- fichage et revente du comportement ??? (*loi Informatique et Liberté*)

Hébergements gratuits

■ Propose un hébergement gratuit

- lycos.com, ...
- à destination des associations et des particuliers
- il faut juste un accès par un ISP

■ Hébergement

- Pages Web
référenciation auprès des moteurs de recherche
- Services Web
commun (guestbook, counter, ...)
customisé (rare)
- E-mail
Boite locale (POP ou Web)
Redirection (forward)

■ Contrepartie

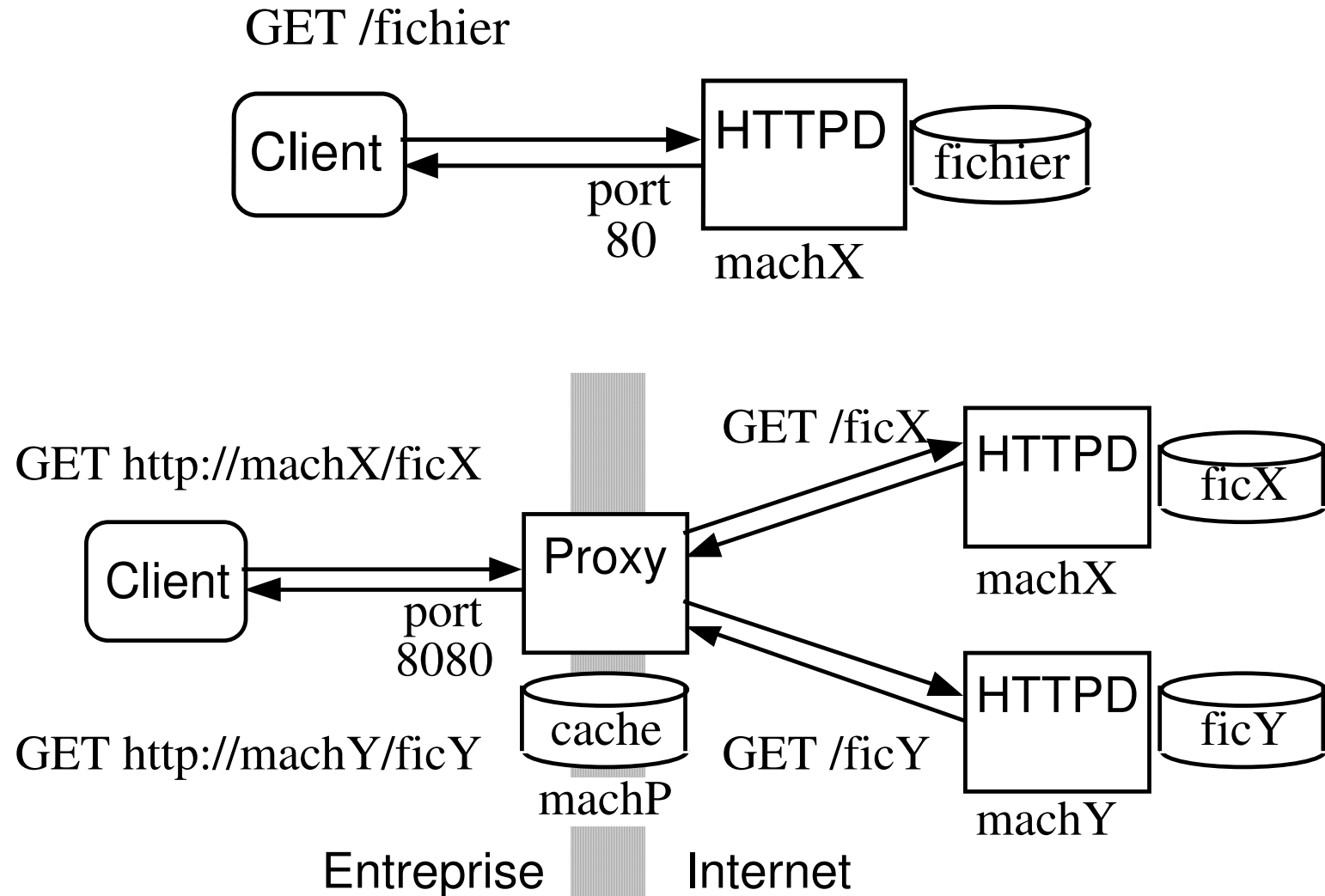
- publicité (bannière, popup, ...)

DNS (TODO)

■ Reroutage DNS

- Vers un NAT par exemple
- <http://www.dyndns.org/about>

Qu'est ce qu'un Proxy ?



VoIP (Voice over IP)

■ Principe

- Téléphonie/Audioconf sur IP
- Communications internationales

■ Contrainte

- Latence de 125 ms

■ Technologies

- UDP, Compression (GSM, ...)

■ Outils

- À partir de PC (carte son, ADSL, ...)
- PABX et Routeur VoIP pour passerelle vers des téléphones et RTC local

Des Lectures et des Sites

■ Livres

- G. Pujolle, "Les réseaux", Ed Eyrolles , 3ème éd., 2000, ISBN 2-212-09119-2.
- Douglas E. Comer, « Internetworking with TCP/IP volume I »
- Douglas E. Comer & David L. Stevens, « Internetworking with TCP/IP volume II (Implementation and Design Issues) »
- Douglas E. Comer & David L. Stevens, « Internetworking with TCP/IP volume III (Client / Server Programming & Apps.) »
- W.R. Stevens, “ TCP/IP Règles et Protocoles ” Volume 1,2 et 3, Ed Vuibert (Addison-Wesley pour la VA de 1994), 1998, ISBN 2-7117-8639-0
- Gizèle Cizault, « IPv6, Théorie et pratique », Ed Oreilly, ISBN 2-84177-52-4, 1998.

■ Revues

- IEEE Internet Computing <http://www.computer.org/internet>
- IEEE IT Professional <http://www.computer.org/itpro>

■ Site

- www.ietf.org