

# Introduction aux réseaux de communications

**Définition** du réseau  
Les réseaux de télécommunications et informatiques  
Les **Technologies et Perspectives**  
La **convergence des Réseaux**

## Les réseaux

- Les **réseaux** sont nés du **besoin de transporter l'information** d'une personne à une autre.
  - Pendant longtemps cette communication s'est faite directement par l'homme:
    - Le réseau postal, télégraphe optique
  - La **première révolution** des réseaux a été l'**automatisation du transport des données**:
    - Télégraphe, téléphone
  - La **deuxième révolution** est la Numérisation
  - La **troisième révolution** correspond aux **Multimédia et Haut Débit**
- Actuellement les grands chantiers: déploiement des réseaux Haut Débit/Très Haut Débit et la Mobilité:
  - Fo avec la THD
  - 4G
  - Net Neutrality

## Les réseaux

- Ainsi un **réseau** est un **ensemble d'équipements** et de **liaisons de télécommunications** autorisant le transport de l'**information**, quelle qu'elle soit, d'un point à un autre où qu'il soit.
- Le réseau est classé:**
  - en 3 couches: infrastructure, fonctions et services
  - Zone géographique: LAN,MAN et WAN
  - Et de son utilisation: Intranet, Extranet et Internet

## Les grandes dates des Télécommunications

- 1792** Invention du **télégraphe Optique** par **Claude Chappe**
- 1837** Invention du **télégraphe électrique** par **Charles Wheatstone**
- 1876** Mise au point du **téléphone** par **Alexander Graham Bell**
- 1892** Invention du **Téléphone automatique** par **Almond Strowger**
- 1896** Le cadran **rotatif** à 10 chiffres par le Suédois **Lars Ericsson**

## Les grandes dates des Télécommunications

- 1900 invention de la **pupinisation** par *Michael Pupin*.
- 1901 **Premier "Telex"** par assemblage d'une machine à écrire et d'un système multiplex en code Baudot
- 1910 **Amplificateur à triode** pour les liaisons interurbaines
- 1930 Généralisation des autocommutateurs **"Rotary"**
- 1948 *Claude Shannon* fonde les bases de la **"Théorie de l'Information"**
- 1950 **1,4 millions d'abonnés au téléphone en France**

Pascal Mouchard

2010/2011

5

## Les grandes dates des Télécommunications

- 1955 **Numérotation téléphonique à 7/8 chiffres**
- 1956 **Premier réseau de radiotéléphonie français** (capacité de 10000 abonnés)
- 1960 **2,2 millions d'abonnés au téléphone en France**
- 1963 Généralisation en France **des autocommutateurs "Crossbar" CP400 et Pentaconta**
- 1970 **4 millions de lignes d'abonnés**
- 1975 **7 millions de lignes d'abonnés**

Pascal Mouchard

2010/2011

6

## Les grandes dates des Télécommunications

- 1978 généralisation des **autocommutateurs temporels "E10"** - ouverture du Réseau **Transpac** (premier réseau de transmission de données par paquets au monde)
- 1981 **Numérisation du réseau téléphonique Français**
- 1982 **20 millions de lignes d'abonnés**
- 1983 **Début de l'annuaire électronique "Minitel"**
- 1985 **Numérotation téléphonique intermédiaire à 8/9 chiffres**

Pascal Mouchard

2010/2011

7

## Les grandes dates des Télécommunications

- 1987 **Début du RNIS français (NUMERIS)**
- 1988 **La Direction Générale des Télécommunications devient France-Telecom**
- 1989 ouverture du **réseau SFR**: c'est la première mise en concurrence au monopole de France Telecom.
- 1991 **29 millions de lignes d'abonnés fixes en France**
- 1992 **Ouverture des deux réseaux GSM en France**
- 1994 Les concurrents de France Telecom offrent des **solutions pour le transport des données**

Pascal Mouchard

2010/2011

8

## Les grandes dates des Télécommunications

- **1996** nouvelle loi de réglementation des Télécommunications annonçant la fin du monopole de France Telecom sur les réseaux publics et le service téléphonique
- **1996** Numérotation téléphonique à 10 chiffres.
- **1998** Fin du monopole de FT sur la Téléphonie:
  - Au 1er Janvier possibilité de choisir le transporteur pour les appels longues distances
- **2000** En France attribution des licences de Boucle Locale Radio
  - Eclatement de la bulle spéculative sur les nouvelles technologies.
  - Arrivée de l'ADSL

Pascal Mouchard

2010/2011

9

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2001** Fin théorique du monopole de FT sur la boucle locale (FT doit partager la BL avec les concurrents)
  - Attribution des licences UMTS
  - En France la téléphonie mobile dépasse la téléphonie fixe: 34 Millions de poste fixe et 34,5 Millions de portable.
- **2002** 1er janvier la présélection est étendue aux appels locaux
  - deuxième départ pour l'Internet mobile: GPRS
  - l'usage des messages SMS explose

Pascal Mouchard

2010/2011

10

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2002** la crise des Télécoms:
  - scandales de Worldcom; France Telecom, Cegetel et KPN/Qwest
  - Internet Haut débit
    - 1,7 Millions de clients et une évolution de \*2,5 en 1 an
- **2003** portabilité des numéros GSM,
  - création d'un annuaire des mobiles
- **2003** Des nouveaux intervenants dans les Télécommunications: les collectivités locales.
  - Pour la couverture du GSM notamment dans les zones moins denses
- **2003** le dégroupage devient effectif avec l'ADSL
  - Le marché des fournisseurs concurrents à Wanadoo est passé de 10 à 35%
- **2003** les premières bornes WiFi dans les lieux de passage « hot spots »

Pascal Mouchard

2010/2011

11

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2004** le marché: retour de l'optimisme
  - Une croissance du marché de 3% tirée par les mobiles et le haut débit. Le téléphone fixe recule de 5,4%
- **2004** les mobiles
  - 44,5 Millions d'abonné et 42% du trafic total de la téléphonie vocale.
  - UMTS lancée en fin d'année par SFR et Orange
- **2004** le Haut Débit
  - 6,5 millions d'abonnés et la France de peloton de tête de l'Europe
  - les premières offres de téléphonie sur ADSL (ex free) par les boîtiers multi service

Pascal Mouchard

2010/2011

12

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2005 La consolidation du marché**
  - L'ART devient ARCEP Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes
  - Suppression du monopole des renseignements téléphoniques: 118xyz
  - forte croissance de l'Internet haut débit qui croît de 18% en valeur
  - la création de la vente en gros de l'abonnement au service téléphonique (VGAST)

Pascal Mouchard

2010/2011

13

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2005 Haut débit**
  - 7,9 millions d'abonnements haut débit au 30 juin (+ 8,3% par rapport au 1er trimestre 2005)
  - L'ARCEP a rendu un avis favorable à l'introduction de la technologie *READSL2* en France,
- **2005 Mobiles**
  - L'arrivée des opérateurs mobiles virtuels (**MVNO**)
  - Le taux de pénétration de la téléphonie mobile atteint ainsi 75,2 % de la population.
- **2005 regroupement de 9Télécom et Cegetel**

Pascal Mouchard

2010/2011

14

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2006 Le dégroupage est devenu le principal moteur du développement de la concurrence**
  - En un an, le nombre d'accès haut débit à Internet a progressé de 3,2 millions soit une croissance de 43,3% (11,5 Millions d'abonnés au Haut Débit).
  - les renseignements téléphoniques 12 disparaît et arrivée du 118 + 3 chiffres
  - UMTS : SFR a atteint une couverture de 60% de la population et Orange France 58% de la population
  - BL fo
  - **Wi-Max**: attribution des licences

Pascal Mouchard

2010/2011

15

## Les grandes dates des Télécommunications

- **2007 Les débuts du THD**
  - **Juillet 2007 14 Millions d'abonnement Haut Débit**
  - **Téléphonie mobile** : en juin 2007 52,5 Millions et un taux de pénétration de 82%.
    - Dépôt de candidature pour la 4ème licence 3G.
    - Mobile 3G+ norme HSDPA : High Speed Downlink Packet Access. Débit 5x à la 3G classique.
    - baisse des tarifs de Roaming en Europe
  - **Téléphonie fixe**: au 31 mars 2007, la France compte 7,8 millions d'abonnements VoIP (soit 20% de l'ensemble des abonnements). 27% du trafic téléphonique fixe (et 40% du trafic international) est désormais en VoIP.
  - **THD**: les opérateurs proposent des accès THD avec la technologie GPON (boucle locale fo) et VDSL. Et des débits jusqu'à 2,5 Gbit/s.
  - la solution PBX open source Asterisk devient une solution alternative
  - les opérateurs proposent des raccordements IP pour la téléphonie d'entreprise

Pascal Mouchard

2010/2011

16

## Les grandes dates des Télécommunications

- 2008: le THD
  - **LME**: Loi de Modernisation de l'Economie
    - Ouverture des sous répartiteurs de FT
    - Cadre légal du déploiement de la 4G
    - Tarif social téléphonie mobile
  - Les difficultés du **Wimax**
  - Progression de la **téléphonie Large Bande**
    - 40% du trafic total et 59% du trafic international.

Pascal Mouchard

2010/2011

17

## Les grandes dates des Télécommunications

- 2009: le THD
  - Poursuite du recul de la téléphonie classique au profit du Large bande:
    - 48,3% du trafic total 67% pour l'international.
  - Appel à candidature pour la 4<sup>ème</sup> licence 3G
    - 58,9 Millions d'abonné à la téléphonie mobile
  - Nathalie Kosciusko-Morizet: secrétaire d'Etat à l'économie numérique
  - Difficulté pour le décollage du THD
    - cadre réglementaire pour les zones a grande densité
  - Europe: adoption de la Review2006

Pascal Mouchard

2010/2011

18

## Les grandes dates des Télécommunications

- 2010: le THD et la 4G
  - **Fo**: Le gouvernement adopte le principe de la mutualisation dans les zones très denses.
  - **Grand Emprunt**:
    - L'Etat consacrera 2 milliards d'euros au déploiement des infrastructures THD et haut débit en régions. Auxquels s'ajoutent 2,5 autres milliards consacrés au développement des usages numériques.
    - une couverture totale du territoire en 2025
  - **4G: Très Haut Débit Mobile**
    - Appels à candidatures pour l'attribution des bandes de fréquences 800 MHz et 2,6 GHz.
  - **L'Economie NUMERIQUE**: Eric Besson Ministre de l'économie numérique

Pascal Mouchard

2010/2011

19

## Les grandes dates des Télécommunications

- **SIP IMS NGN**
  - **Téléphonie**:
    - Poursuite du recul de la téléphonie traditionnelle en faveur de la VOIP: en 2009 50% du trafic en voIP
    - Terminaux SIP
    - Les **réseaux opérateurs NGN**
  - **Haut débit**:
    - Déploiement du THD
    - INTERNET de 3<sup>ème</sup> génération
  - **Mobiles**:
    - Départ de la 4G
    - Développement des offres commerciales « Data »

Pascal Mouchard

2010/2011

20

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1955 premier réseau commercial réalisé par IBM 'SABRE' reliant 1200 téléscribes aux US pour la réservation des vols
- 1957 création de l'ARPA par le DOD suite au lancement de Spoutnik
- 1958 BELL réalise le premier modem
- 1961 Leonard KLEINROCK publie la première théorie sur la commutation de paquet
- 1963: Lignes louées analogiques LS2F, LS4QN et LS4QS
- 1964 IBM: série 360 avec OS 360 'mono tâche'
- 1967 Le réseau ARPANET est publié et le concept de commutation de paquet est retenu
- 1969 le réseau ARPANET est constitué de 4 ordinateurs
- 1969 norme RS232
- 1970 IBM: série 370 avec MVS (Multiple Virtual System)

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1971 ARPANET est constitué de 23 ordinateurs
- 1972 première application majeure du réseau ARPANET: un logiciel basique de courrier électronique
- 1973 un nouveau protocole pour ARPANET: TCP/IP conçu par Bob KAHN et Vinton CERF
- 1973 Mise au point de l'interface Ethernet chez XEROX
- 1974 premier réseau à commutation de paquet et à usage commercial
- 1974 IBM met au point SNA(System Network Architecture) qui permet la commutation entre un système central et les périphériques distants.
- 1975 Fibre optique (Bell Laboratories)

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1976 ARPANET est constitué de 111 ordinateurs
- 1976 adoption de la norme X25 par le CCITT ( avant qu'IBM impose SNA)
  - Transpac
- 1977 première interconnexion ARPANET, NET et SATNET grâce à TCP/IP
- 1978 En France commercialisation d'un réseau à commutation de paquets TRANSPAC
- 1980 point de départ de l'Internet: Vinton CERF propose un plan d'interconnexion
- 1980 en France, lancement de l'expérience Minitel
  - Liaison Transfix
- 1980 sortie de l'ATM
- 1980 IBM: systèmes S/390 avec OS 390

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1981 213 machines sur Internet
- 1982 le réseau EUnet (European Unix Network) est mis en place pour interconnecter l'Europe à l'Internet.
- 1982 IBM met au point la norme TOKEN RING
- 1983 Sortie de Netware (Novell)
- 1984 1024 machines sur Internet
- 1984 Sandy LERNER et Len BOSACK fondent la société CISCO
- 1984 mise en place du DNS (Domain Name Server)
- 1984 Transdyn: réseau par satellite
- 1985 IEEE publie les normes de la famille 802 (Ethernet, Token Ring...)

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1986 5089 machines sur Internet
- 1987 le **modem à 9600 bps**
- 1988 la France est connectée à l'Internet
- 1989 Bell annonce l'**ADSL**
- 1989 naissance de **Http et Html**
- 1990 développement du **RNIS** (réseau Numérique à Intégration de Service)
- 1993 Apparition **publique du Web**
- 1993: **Frame Relay**
- 1994 sortie de **Netscape Navigator**

Pascal Mouchard

2010/2011

25

## Les grandes dates des réseaux informatiques

- 1994 le modem v34 à 28,8Kbps
- 1995 **Fast Ethernet**; naissance de Java
- 1995 développement de l'ATM
- 1996 Sortie d'**Internet Explorer**
- 1998 sortie du **Gigabit Ethernet**
- 2000 **Crise de la bulle internet**
- 2000 IBM: systèmes **Z900 avec Z/OS**
- 2000 offre **VPN** – connexion sécurisée
- 2002 La CNIL mesure l'ampleur du **SPAM** en France
- 2003 la technologie ADSL se répand et augmentation des débits avec ADSL 2+
- 2004 **Loi pour la confiance dans l'économie numérique**: promouvoir le commerce électronique au sein de l'Union Européenne.
- 2005 Publication par l'**ISO** de la norme internationale ISO/CEI 27001, concernant les exigences en matière de techniques de **sécurité** et de sécurité de l'information.
- 2006 Wimax, CPL
- 2007 Evolution NGN des opérateurs de réseaux opérateurs ;
- 2008 arrivée du THD (Fo) solutions FTTH
- 2009 difficulté pour le déploiement du THD. Avec la crise les opérateurs réduisent leur capacité et risque de saturation.
- 2010: les offres DATA mobiles explosent mais difficultés pour les opérateurs d'absorber le trafic.

Pascal Mouchard

2010/2011

26

## la vision des Télécoms

- **but**: mettre à disposition un réseau de communication.
- Application de base: **le téléphone**.
- la technique utilisée est la **commutation de circuit**.
- Solution **synchrone et isochrone**
- **contraintes d'écho** et d'interactivité.

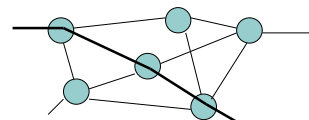
Pascal Mouchard

2010/2011

27

## la vision des Télécoms

- 80 et 90: **commutation de circuits**.
- Réseau téléphonique des opérateurs Télécoms



- 2000 Passage à la **commutation de cellules**
- **Introduction de la VoIP en 2004**

Pascal Mouchard

2010/2011

28

## la vision des Télécoms

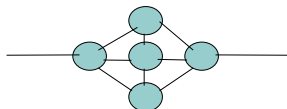
- **Les opérateurs longue distance**
  - **Hiérarchie Plésiochrone**
  - **Hiérarchie Synchrone**
    - SONET (Synchronous Optical Network)
    - SDH (Synchronous Digital Hierarchy)
  - **Fibre optique:** Multiplexage en longueur d'ondes WDM
- **Les opérateurs de boucle locale**
  - Boucle locale HFC (Hybrid Fiber Coax)
  - xDSL (x Data Subscriber line) ADSL
  - FTTx
  - Hertzien GSM UMTS Wimax

## la vision de l'informatique

- **but:** relier les machines informatiques entre elles.
  - différentes catégories de réseaux liées avec la **géographie**.
- **Transferts de Paquets:** acheminement des données mises dans un paquet
  - **les techniques sont:**
    - Commutation** de paquets
    - Routage** de paquets
- Solution **asynchrone**, temps de réponse variable.
- nécessité d'une **normalisation**: architecture OSI et TCP/IP.

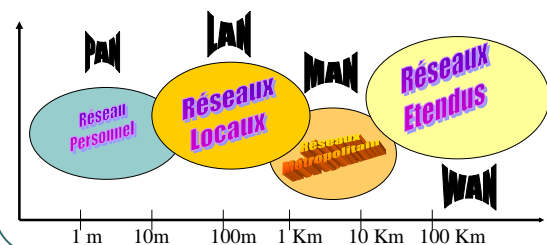
## la vision de l'informatique

- **Partage des lignes de communications:** c'est le principe de la technique de transfert de paquets
- Des **paquets de longueur variable ou constant**



## la vision de l'informatique

- **Les catégories**





## L'évolution des réseaux

- **Jusqu'en 2000** des technologies liées aux *choix des industriels* du domaine:
  - les télécoms
  - l'informatique
  - les câblo-opérateurs
- **Aujourd'hui:** convergence avec l'adoption du seul paquet IP pour les techniques de Routage et de Commutation.
- **Les grandes évolutions à partir de 2010:** Les réseaux de données, téléphonie, télévision ...seront tous intégrés dans un environnement unique.

Pascal Mouchard

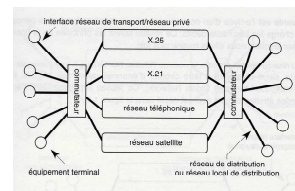
2010/2011

33

## Convergence des réseaux opérateurs

### Évolution des architectures de télécommunications

- **1er étape:** Interface unique pour l'utilisateur



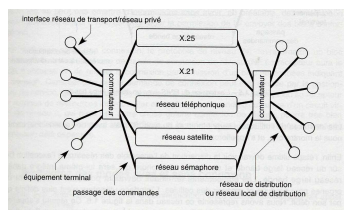
Pascal Mouchard

2010/2011

34

## Convergence des réseaux opérateurs

- **2ème étape:** introduction d'un réseau sémaphore pour la signalisation



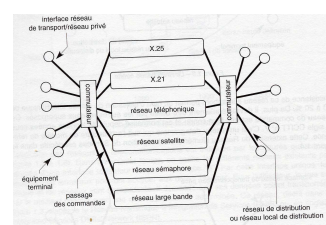
Pascal Mouchard

2010/2011

35

## Convergence des réseaux opérateurs

- **3ème étape:** mise en place d'un réseau large bande



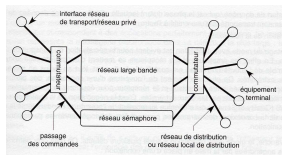
Pascal Mouchard

2010/2011

36

## Convergence des réseaux opérateurs

- **4ème étape:** optimisation avec un seul réseau multimédia
  - **RLBI** Réseau Large Bande Intégré
  - **IBCN** Integrated Broadband Communication Network

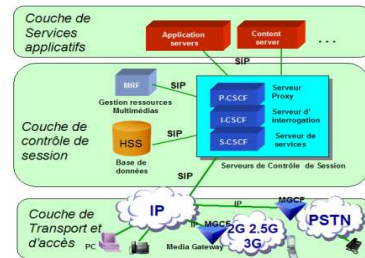


Pascal Mouchard

2010/2011

37

## Convergence des réseaux opérateurs



Architecture: NGN Next Generation Network

Pascal Mouchard

2010/2011

38

## Les technologies Réseau de 2010

- **IP et Ethernet**
  - à tous les niveaux du réseau (LAN et WAN) (ex: VPLS)
- **La virtualisation des équipements**
  - Notion de routeur Virtuel
- **L'autonomie des réseaux**
  - Les réseaux NGN
- **La sécurité**
  - PKI WEP EAP

Pascal Mouchard

2010/2011

39

## Les perspectives de l'Internet

- **L'internet 3** concerne la maîtrise de la complexité réseau et des services:
  - simplification
  - Les **smart networks**: de l'intelligence dans les réseaux
  - **SLA** (Service Level Agreement)

Pascal Mouchard

2010/2011

40

## Convergence des réseaux opérateurs

- **Les défis de cette intégration:**
  - **Augmentation des débits** du Cœur de Réseau et de la Boucle Locale.
  - **QoS** pour les contraintes des applications.
  - Amélioration de la Sécurité
  - Passage de réseaux **terrestres** à **hertziens**.

## La vision de l'informatique

### L'Intranet : au cœur du système d'information

