



Réseaux Sans Fil Réseaux Cellulaires Réseaux Satellites



Didier DONSEZ

Université Joseph Fourier

IMA – IMAG / LSR / ADELE

Didier.Donsez@imag.fr



Plan

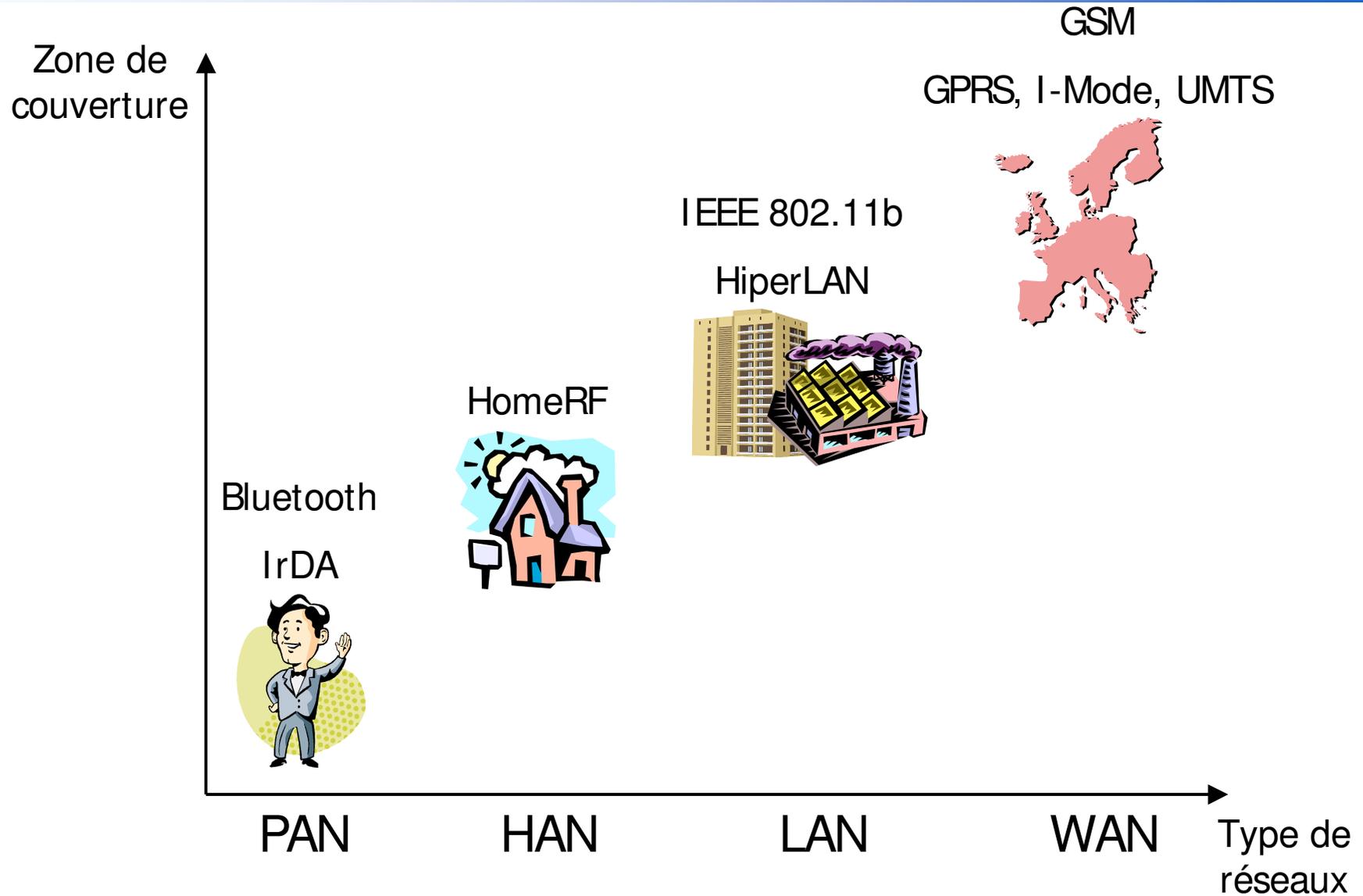
- Motivation
- Les Réseaux Cellulaires
- Les Réseaux Satellites
- Les Réseaux sans Fil

Motivation : la Mobilité

■ Mobilité

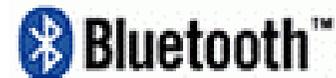
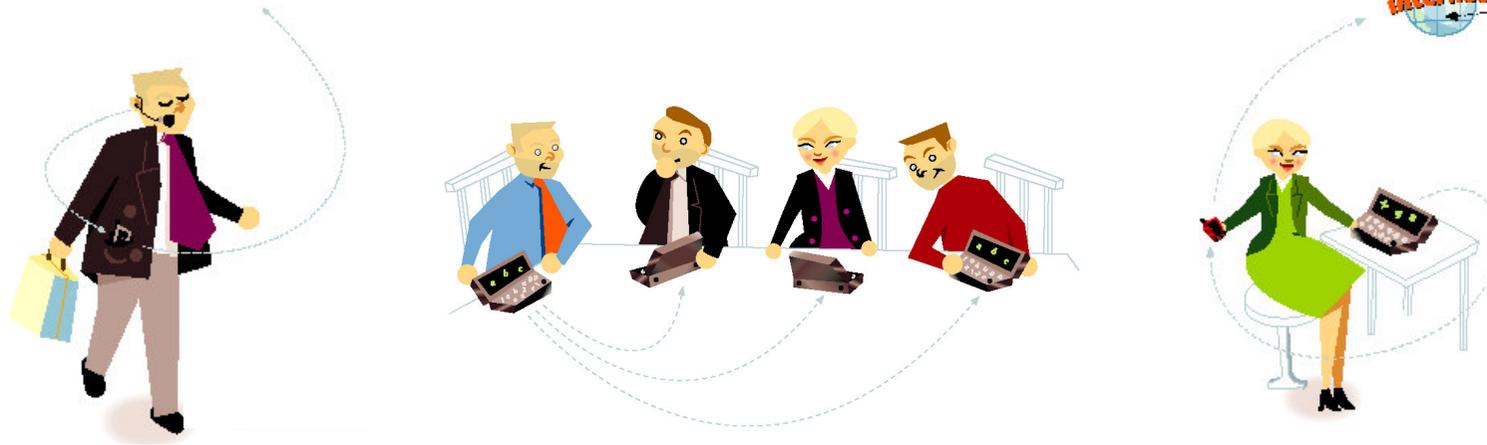
- dans un réseau câblé (wired)
 - Se déplacer d'un LAN à un autre
- dans un réseau sans fil (wireless)
 - Changer de support physique (cellule)

Réseaux sans fil et/ou mobiles



PAN/HAN

- Quelques mètres autour de l'utilisateur
- Réseaux qui se déplacent avec l'utilisateur
 - Pas de station relai
- Bluetooth (1 Mbps), IrDA (4 Mbps)



HAN/LAN

- Réseaux qui couvrent une localisation fixe
 - Requierent une station relai
- Jusqu'à quelques centaines de mètres
 - 50 m à débit max, 550 m à débit réduit
- IEEE 802.11, HyperLan, HomeRF, AirPort, DECT, ...

Bureaux, salles de conférences, centres de formation ...



Bureaux des filiales du groupe ...

Aéroports, hôtels ...



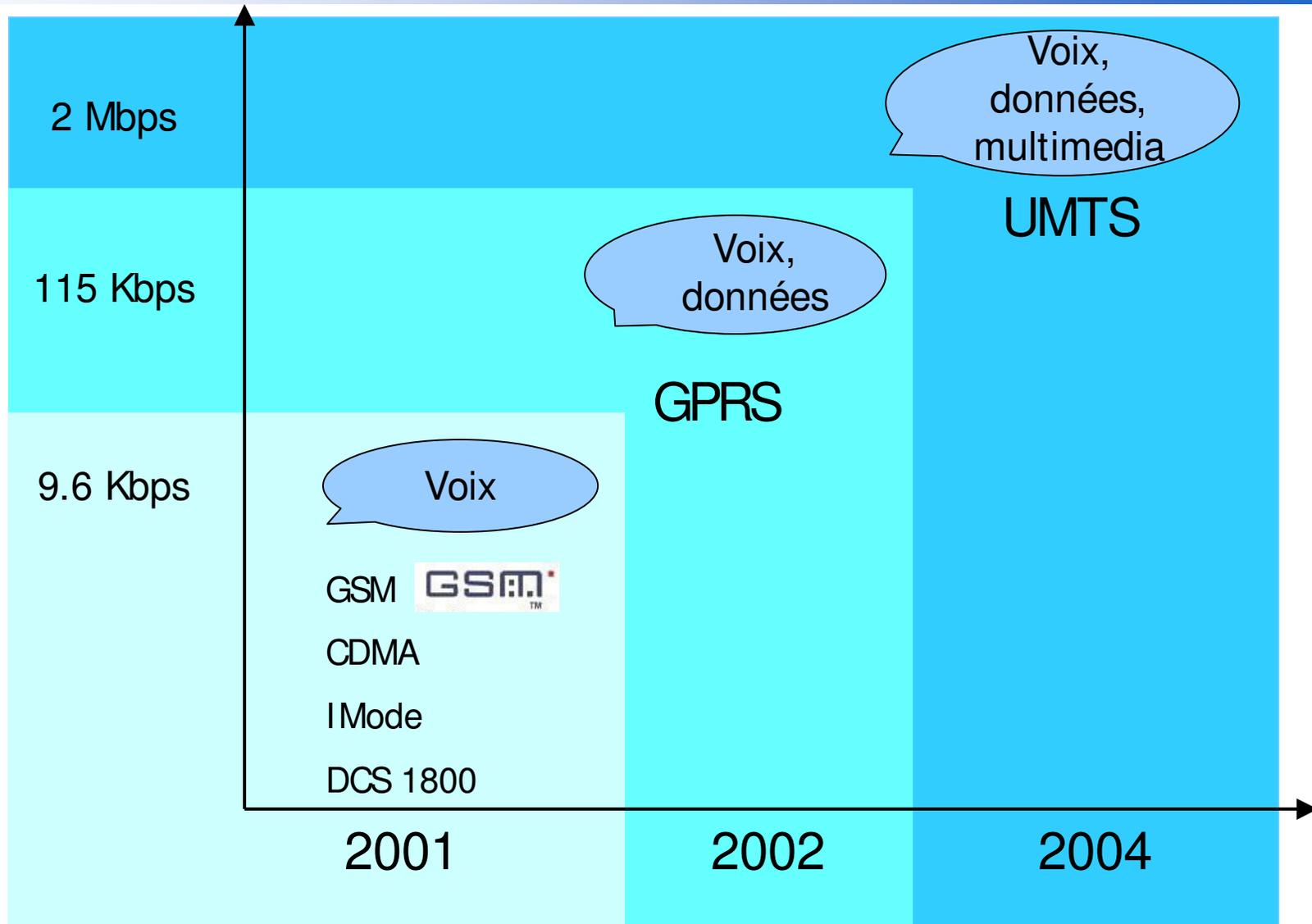
Chez soi



AirPort
Go Wireless.



WAN



Réseaux sans fil (*Wireless Networks*)

■ Wireless LAN

- DECT (Téléphonie sans fil)
- IEEE802.11b
- Bluetooth, Apple AirPort, IrDA
 - connectique sans fil
PC, Imprimante, ..., Electronic Consuming (Digital Camera, VCR ...)
- HiperLAN, HomeRF ...

■ Wireless WAN

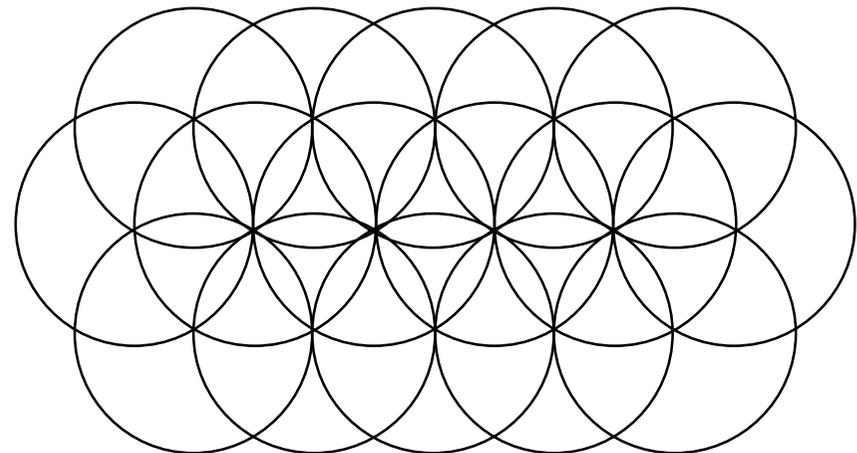
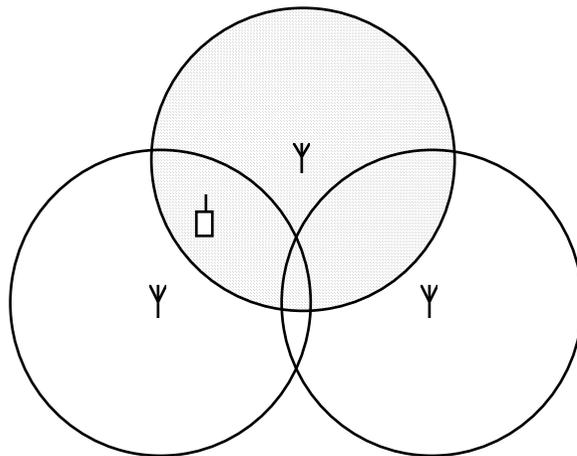
- Réseaux Cellulaires
 - GSM, GPRS, PHS, CDMA, TDMA, UMTS,
 - WaveLAN, Wireless ATM
- Satellites
 - constellation de satellites
 - GlobalStar, (*Iridium* †), ICO, Ellipso, ACeS, Thuraya



Principe des Réseaux Cellulaires

■ Multiplexage en fréquence des communications

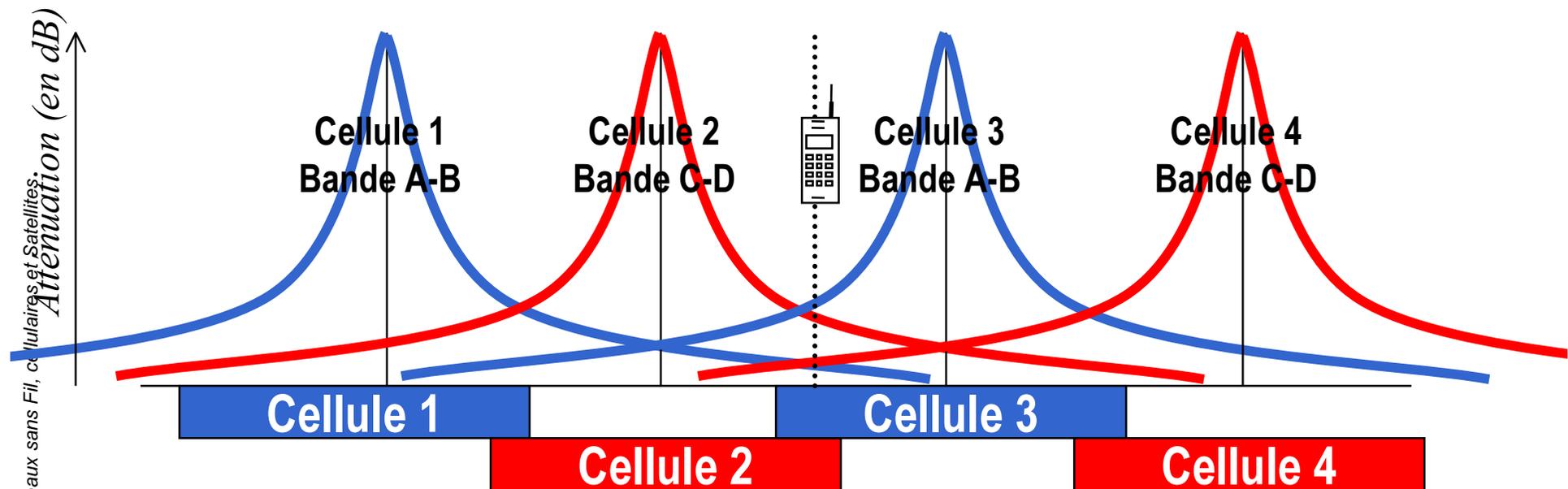
- Configuration des fréquences des cellules pour éviter les interférences (problème de coloration de graphe).
- Dimension des cellules en fonction de sa charge potentielle: cell load
 - en ville : cellules de faible taille
pour partager la bande passante entre plus d'usagers
 - en campagne : cellules de grande taille
limite de puissances d'émission des mobiles



■ Multiplexage temporelle dans la cellule

Multiplexage en fréquence

- Configuration des fréquences des cellules afin d'éviter les interférences
- la puissance s'atténue avec la distance et les obstacles



■ Dimensionnement des cellules

- en ville : cellules de faible taille
 - pour partager la bande passante entre plus d'utilisateurs
- en campagne : cellules de grande taille (jusqu'à 32 Kms de diamètre)
 - limite de puissances d'émission des mobiles

Multiplexage temporelle dans la cellule

■ Principe

- partage de la fréquence
- pour éviter les collisions, on alloue un slot de temps à chaque mobile
 - c.f. Aloha

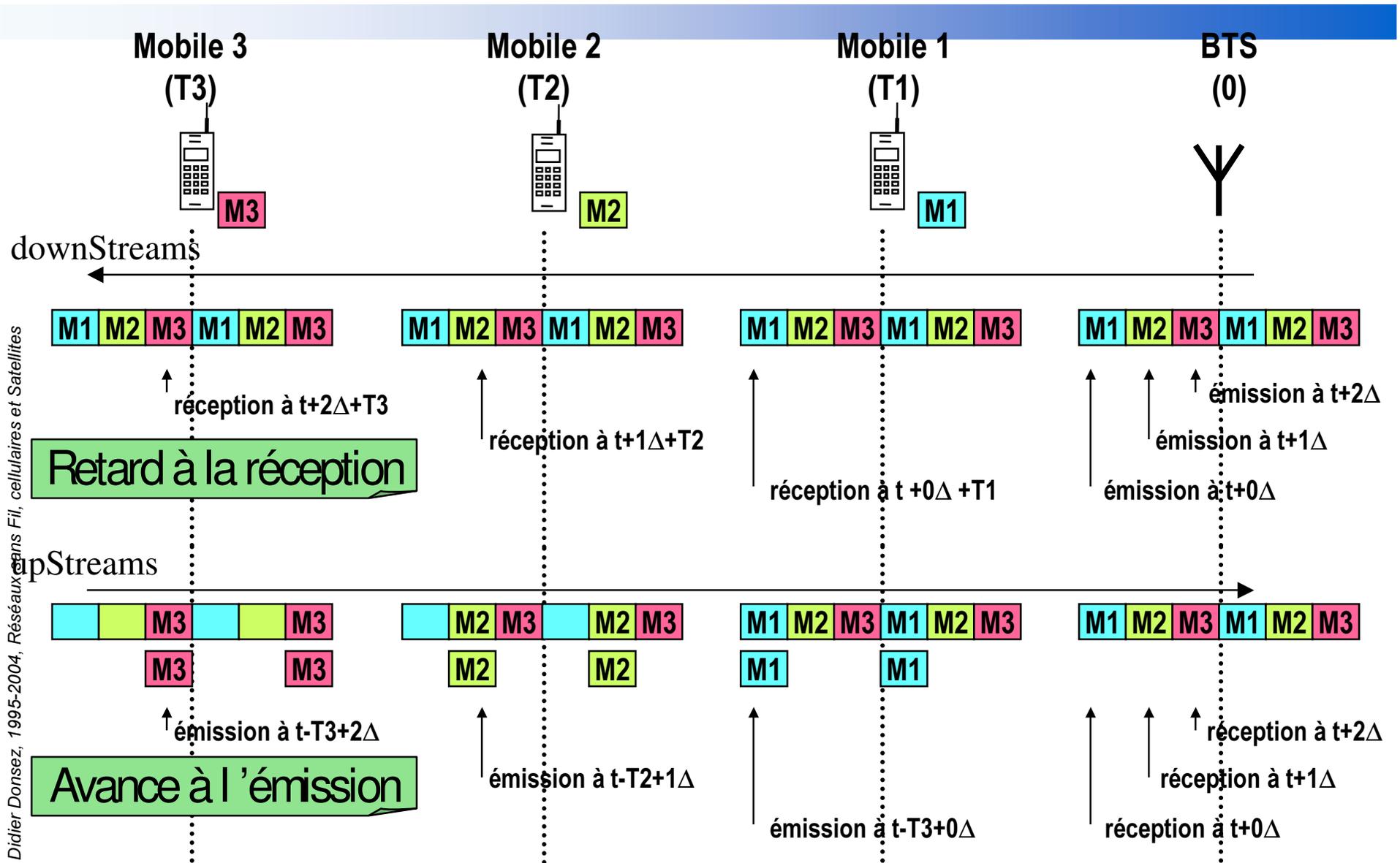
■ Retard à la réception / Avance à l'émission

- comme les mobiles ne sont pas à la même distance de la BTS, on calcule une avance à l'émission mobile vers BTS.
 - Vitesse : 300000 Kms/s

📄 *Remarque : Par triangularisation, on peut donner la position d'un mobile*

- ☺ service de localisation (précision 50 mètres à 1000 mètres)
- ☹ vie privée

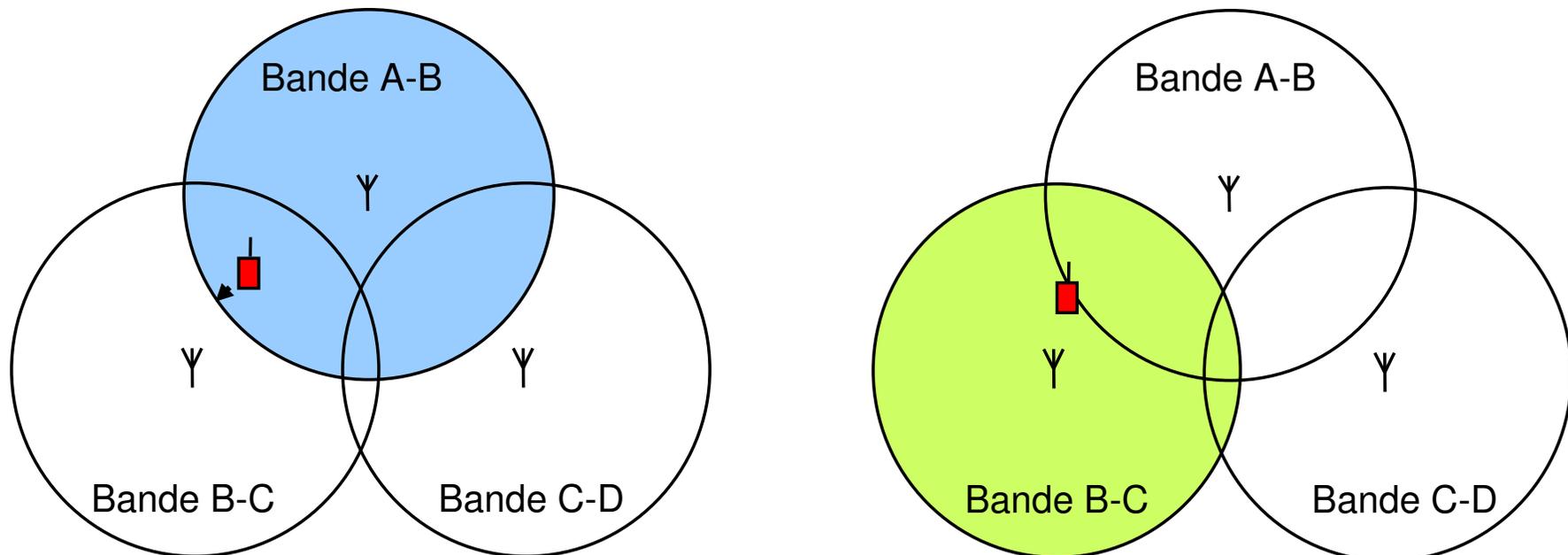
Multiplexage temporelle dans la cellule



Commutation de Cellules (HandOver)

■ Déplacement (Roaming) du mobile

- Handoff : nombre d 'usagers dans la cellule (Soft, Hard)
- Passage du mobile d 'une BTS à une autre en cours de communication
 - se produit quand un terminal ne reçoit plus bien (éloignement, obstacle) le signal de la borne sur lequel il est accroché
 - HandOver fréquent pour les mobiles dans les véhicules



Les Réseaux GSM

■ Historique

- travaux du CNET (Mouli et Pautet)
- adoption européenne
 - économie d'échelle de production

■ Infrastructure

- Réseau Cellulaire Numérique
 - chiffrage de l'interface Air
- Continuité à niveau suffisant
 - mobilité en attente et en communication

■ Caractéristiques

- Voix (compression)
- Données en mode circuit
 - débit fixe de 9600 bits/s
- Couches : Sécurité (SIM), Messaging (SMS)

Infrastructure GSM

■ Côté Abonné

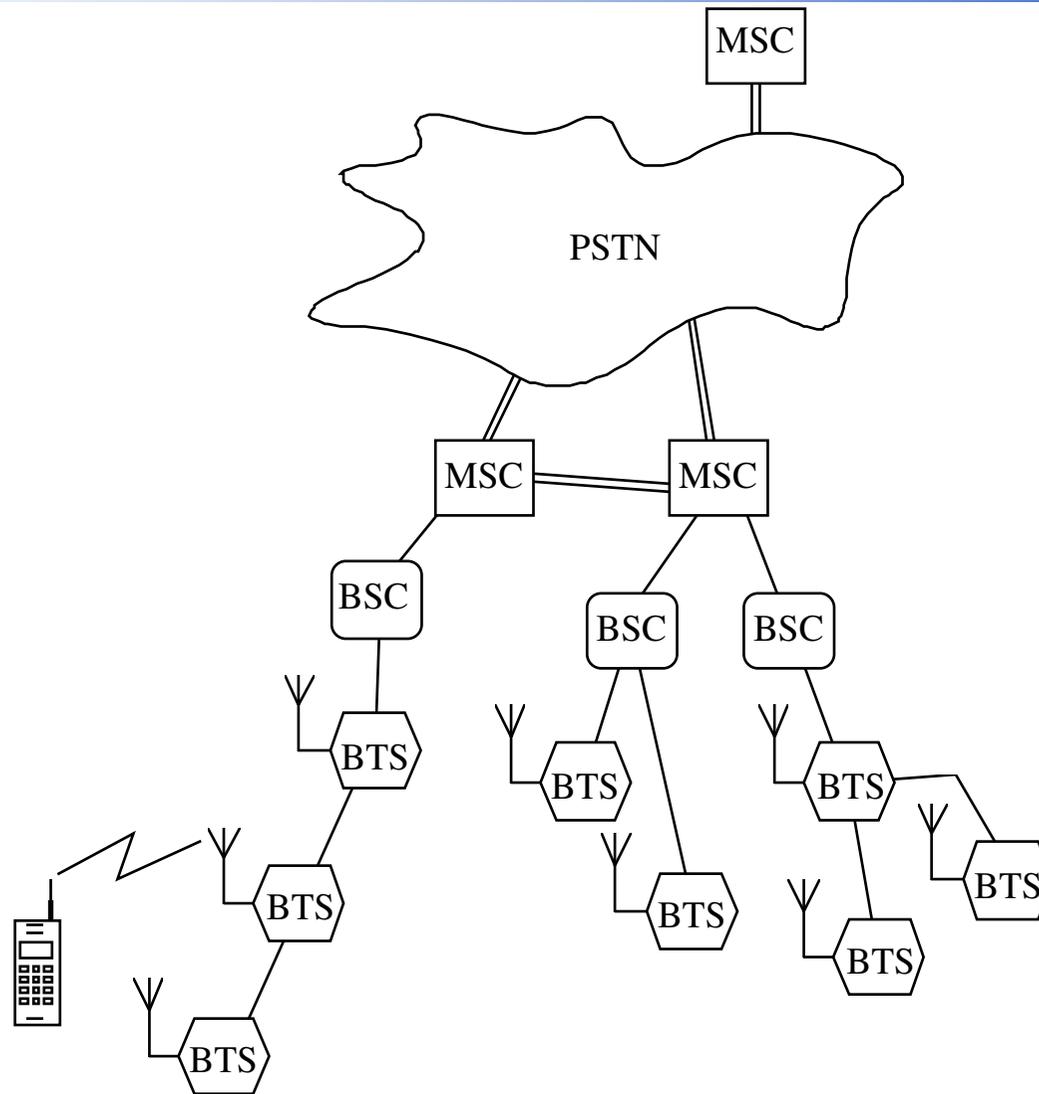
- la carte SIM
 - microprocesseur contenant la clé privée de l'abonné
 - il est capable de chiffrer une chaîne de bits qui lui est envoyé lors de la procédure d'identification
 - évite le piratage d'un compte et la répudiation de l'abonné
 - mobilité entre terminaux (2 Watt, 4 Watt, 8 Watt)
 - Egalement
 - Carnets d'adresse
 - SMS (Short Message Service)
 - Applications embarquées (SIM Toolkit, JavaSIM Toolkit)
- le terminal (handheld)
 - Modem GSM
 - Terminal WAP / WML

Infrastructure

■ Coté Opérateur

- BSS - Base Station System
 - BTS - Base Transmission Station
 - BSC - Base Station Controller
 - entre la BTS et la BSC : liaison fixe MIC 2Mb/S ou faisceau hertzien
- NSS - Network Switching System
 - MSC - Mobil Switching Controller
 - concentrateur régional, gère 30000 communications simultanées
 - injecte les communications dans le réseau fixe (RTC/PSTN) ou vers un autre MSC
 - HLR - Home Location Register
 - registre des abonnés attachées à cette region
 - VLR - Visitor Location Register
 - registre des abonnés “visiteurs” ayant activé leur mobile dans la région (ayant accroché un BTS raccordé à ce MSC)
 - AUC - Authentication User Center
 - possède la clé

Infrastructure



Divers

■ SMS (*Short Message Service*)

- messaging dans le réseau
- store-and-forward
- taille limitée des messages
- utilisé par les boîtes vocales et WAP pour le transport
- Facturation : très variable selon les opérateurs
- Passerelle SMTP / SMS

■ GPRS (*General Packet Radio Service*)

- commutation de paquet (de données) dans un réseau GSM (phase 2+)
- Débit variable (9,6Ks à 144Ks)
- Point à Point/ Point à MultiPoint
- Facturation : au volume

Autres réseaux cellulaires

■ BeBop (Motorola)

- pas de hand-over dynamique
- réseau public / réseau privé
- abandonné par FT

■ CDMA (USA, Japon)

■ PHS (Japon)

- micro-cellule
- iMode : équivalent du GPRS pour PHS
 - 10 Millions d 'abonnés (mi 2000) NTT/NoCoMo

Réseaux Mobiles de 3ème Génération

■ CDMA 2000

■ UMTS

- le futur proche

IP et Mobilité

■ Mobilité

- Filaire (*Wired*) et Sans Fil (*Wireless*)
- Macro Mobilité vs Micro Mobilité

■ Propositions

- Mobile IPv6 (IETF), Cellular IP (Ericsson), ...

■ Objectifs

- Mobile Router
- Roaming et HandOver
- QoS et Temps Réel
- Sécurité et Facturation
 - AAA : Authentication, Authorization, Accounting
- Adressage et Nomage
 - IPv6, DHCP et Dynamic DNS
- Mobile ISP

Réseaux Satellitaires

■ Constellation de satellites

- Satellite orbite basse (~1000 Kms) = cellule mobile

■ Opérateurs

- GlobalStar, (*Iridium* †), ICO, Ellipso, ACeS, Thuraya



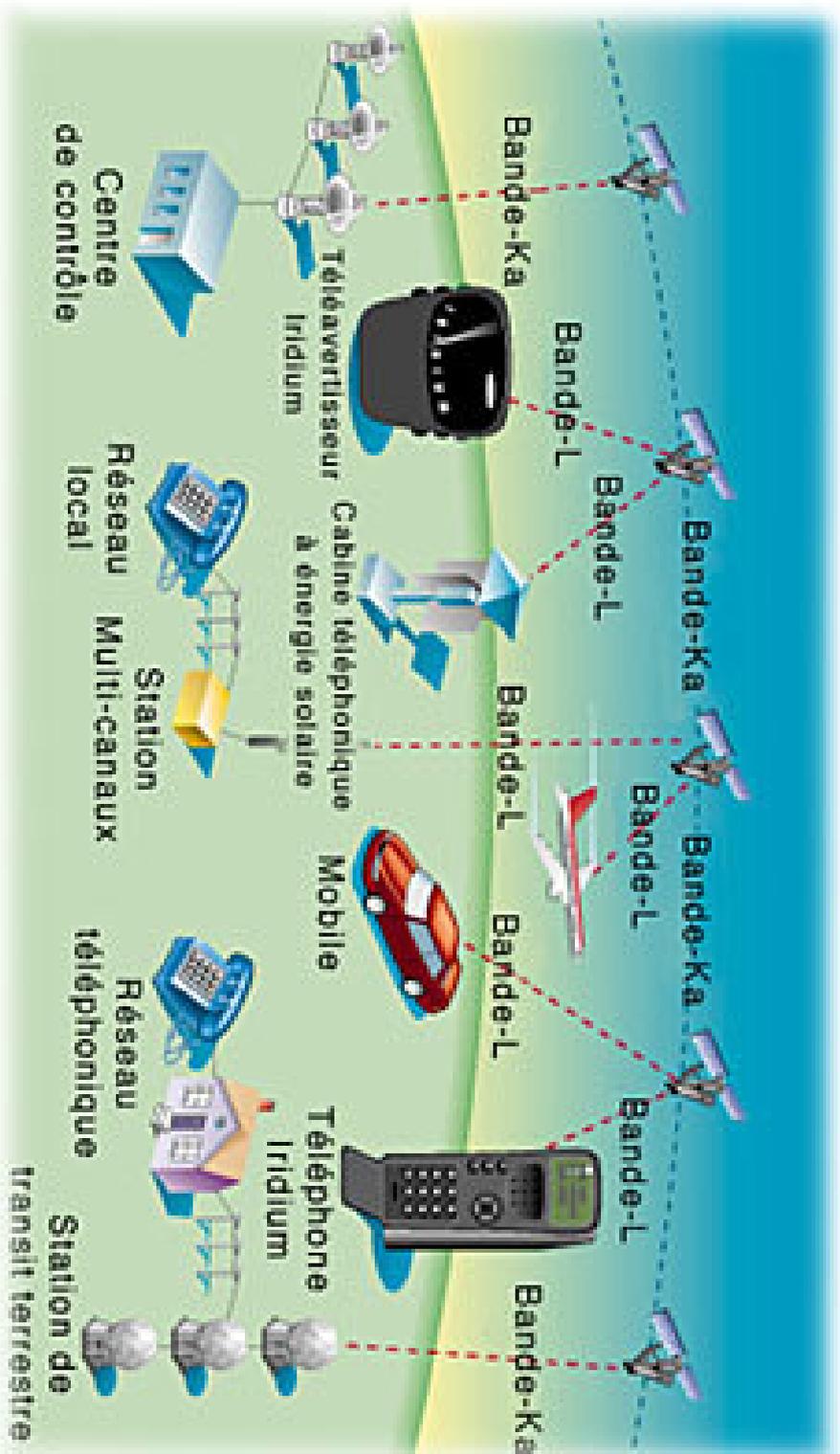


Exemple: GlobalStar

- 48 satellites orbite basse (1414 kms)
 - 8 plans de 6 satellites inclinés à 52° de la latitude 70° Nord à 70° Sud
- Services
 - Voice Phone, Short Messaging Service (SMS), Positioning,
 - Asynchronous dial-up fax et data services (9,600 bps)
- Canaux
 - CDMA

Réseau Satellitaire

Exemple ex-Iridium



Personal Area Network (PAN)

■ Communication intra-personnel

- PDA, GSM, Montre, Bague (*JavaRing*)
- Etiquettes électroniques RFID (*Tags*)

■ Communication entre 2 personnes

- échange des cartes de visite par poignée de main

■ Normalisation

- IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks
 - BlueTooth

Personal Area Network (PAN)

■ Communication

- intra-personnel
 - PDA, GSM, Montre, Bague (*JavaRing*)
 - Etiquettes électroniques RFID (*Tags*)
- entre 2 personnes
 - échange des cartes de visite par poignée de main
- dans la maison
 - Plusieurs appariels « entertainment »

■ Normalisation

- IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks
- BlueTooth
- IEEE802.11b, HiperLAN, HomeRF

Nouveaux Réseaux

■ Public, Privé, Domestique, Personnel

■ Filaires

- Entertainment Network
 - HAVi (Home Audio/Video interoperability), ...

■ Sans fil

- Picoréseau : Apple Airport, Bluetooth
- WAN : GPRS, ... , UMTS

HAN/LAN - Exemples

■ IEEE 802.11 a,b,g (WiFi)

- Débit max : 11 Mbps pour b, 54 pour a, 20 pour g
- Technologies radio : DSSS (b), OFDM (a,g)
- IEEE (USA)
- Pas de QoS

■ HiperLan 1 et 2

- Débit max : 23.5 Mbps pour v1, 35 pour v2
- Technologies radio : DSSS
- ETSI (Europe)
- Déterministe, QoS
- Tunneling IEEE 1394 (FireWire) pour réseaux multimédia domestiques
- Cellules Hyperlan semi-publics (gare, aéroport, ...) (complément de UMTS)

■ HomeRF (1.6 Mbps)

■ DECT, WLL

■ EV-DO

IEEE 802.11 a,b,g (WiFi) le vainqueur !!

■ Principe (TODO)

- 2 modes : infrastructure (point d'accès) / ad-hoc
- Technologies radio
 - DSSS (b)
 - OFDM (a,g)

■ Détecteurs réseaux WiFi

- Netstumbler, Apradar, ...

BlueTooth



(<http://www.bluetooth.com>)

■ Acteurs

- Ericsson (initiateur), IBM, Intel, Nokia, Toshiba, ...
- de nombreux autres se sont ralliés à Bluetooth

■ Principe : Piconet

- Connectique sans fil (4,5 GHz) de 8 périphériques pour une sphère de rayon de 10 mètres à 1 Mo/s
PC, PDA, Cell Phone, Printer, STB, VCR, DVDPlayer, MP3 Player, ...
- Encombrement et coût faible de l'émetteur-récepteur
 - 9 mm, 20 USD (5 USD dans le futur)
 - marché grande consommation

■ Bluetooth 2.0 en préparation : 10Mo/s

Bluetooth



Hardware

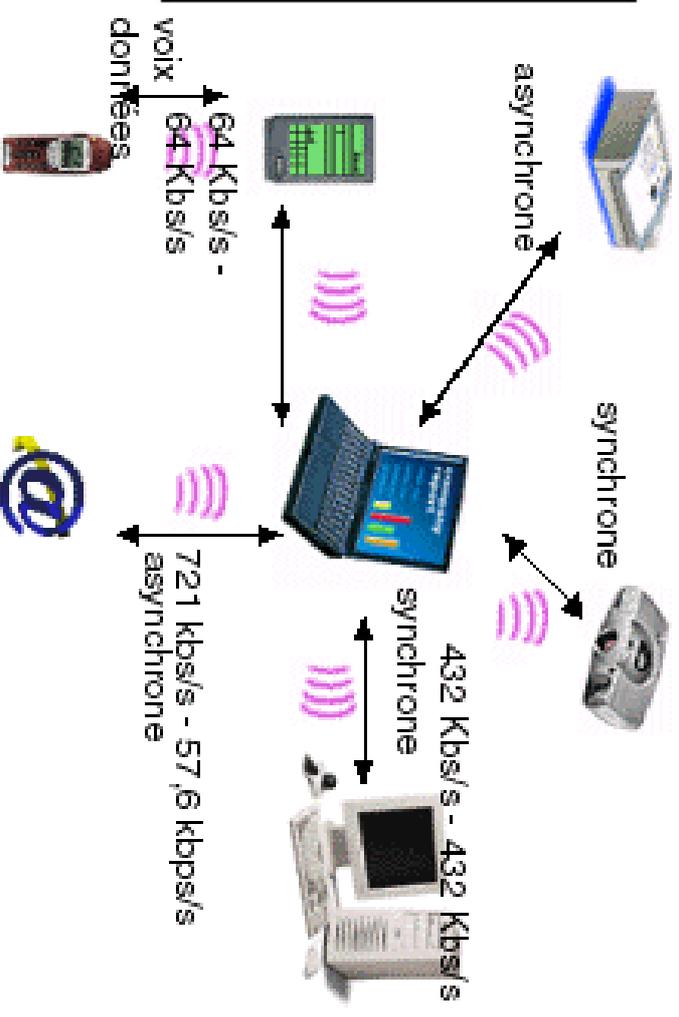
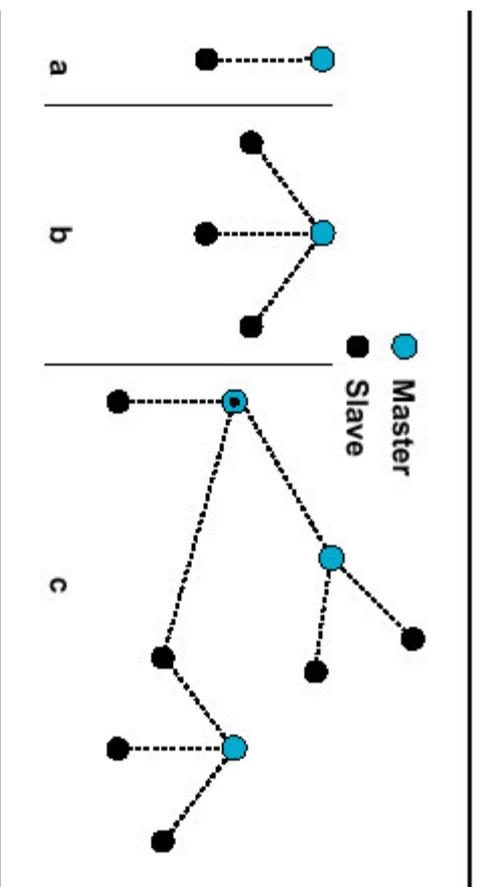
Marché

■ Marché Bluetooth (Mobile Phones, PDAs, Headsets)

- 2001 1.5 millions d'unité
- 2002 26.2 millions
- 2003 100 millions (sources ARC Group)

Bluetooth

■ Topologies & Débits



Comparaison PAN

Technologie	Débit	Portée	Nb d'appariels connectables
IrDA	Asymetrique : 9600 b/s à 115.2 Kb/s Symetrique : 576 Ko/s à 4 Mo/s	1 m	2
WiFi 802.11 a,b,g	4 débits 1, 2, 5.5, 11, 56 Mo/s	50-500 m	Mode AdHoc Mode infrastructure (point d'accès)
BlueTooth	1Mo/s optimal, 864Ko/s max	10 m 100 m avec un ampli	1 maitre et 7 esclaves par PicoNet jusqu'à 10 PicoNet (soit 72)
HomeRF	4 débits 0.8, 1.6, 5, 10 Mo/s	~45 m	8

Sécurité et HAN

- Ecoute des liaisons air
 - Réponse : chiffage avec une clé de session négociée
- DoS
 - Interférences électromagnétiques
- Attaques IP
 - DHCP, ...

Bibliographie

■ Organisations

- International Telecommunication Union (ITU : ex CCITT)
<http://www.itu.ch>

■ Livres

- Pujolle, “ Les Réseaux ”, Ed Eyrolle, 3ème édition, 2000, ISBN 2-212-09119-2
 - chapitres 19 & 20.
- « Les réseaux cellulaires », Ed Hermes.

■ Revue

- IEEE Personal Communications & IEEE Communications
<http://www.comsoc.org>