

## Chapitre 1

# Réseaux radio mobiles : évolution vers 3G



Enseignante responsable : **Dr. Sonia BEN REJEB CHAOUCH**  
Module : **Réseaux nouvelles générations**  
Groupes : **Mastère Pro (M1SSCE)**  
Année universitaire : **2012-2013**

## Plan

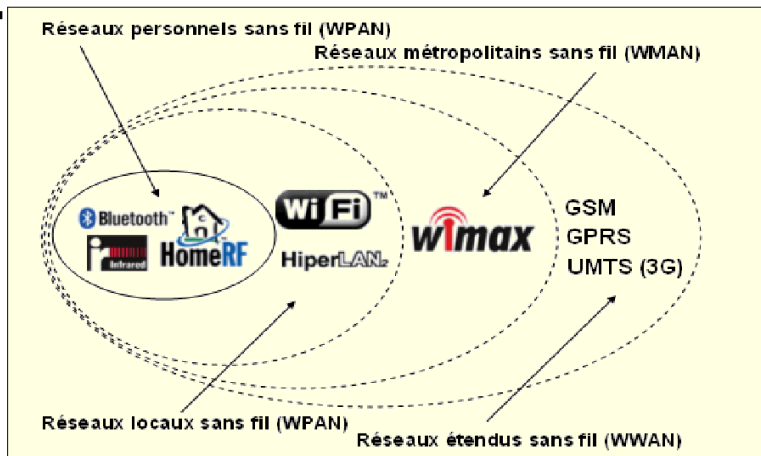
- 1) Introduction**
- 2) Evolution des réseaux radio sans fil vers 3G**
  - 2-1 Bluetooth**
  - 2-2 Wifi**
- 3) Evolution des réseaux radio cellulaires vers 3G**
  - 3-1 GSM**
  - 3-2 GPRS**
  - 3-4 UMTS**

# 1. Introduction

## Catégorie des réseaux radio mobiles

- Réseaux personnels (WPAN Wireless Personal Area Network)  
ex : Bluetooth (IEEE 802.15.1)
- Réseaux locaux (WLAN Wireless Local Area Network)  
ex : Wifi (IEEE 802.11)
- Réseaux métropolitain (WMAN Wireless Metropolitan Area Network)  
ex : Boucle locale radio (IEEE 802.16), Wimax
- Réseaux étendus (WWAN Wireless Wide Area Network)  
ex : GSM, GPRS, UMTS, HSPA (3G+), LTE (4G),...

## Catégorie des réseaux radio mobiles (1)



## 2. Evolution des réseaux radio sans fil vers 3G

## 2. 1 Bluetooth

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

7

## Réseaux bluetooth



## Caractéristiques bluetooth

- Services : transfert de fichiers d'information, fichiers audio, vidéo,...
- Exemple : norme 802.15.1
  - Débit théoriques max : 1 Mbit/s
  - Nombre de nœuds : 10
  - Portée : 10 à 30 m
  - Bande de fréquences : 2,4 GHz (Fmin = 2,410 GHz; Fmax = 2,480 GHz)
  - Largeur de canal : 1 MHz
  - Nombre de canaux : 79
  - Méthode d'accès : FHSS (Frequency Hopping Sequence Spectrum)
  - ...

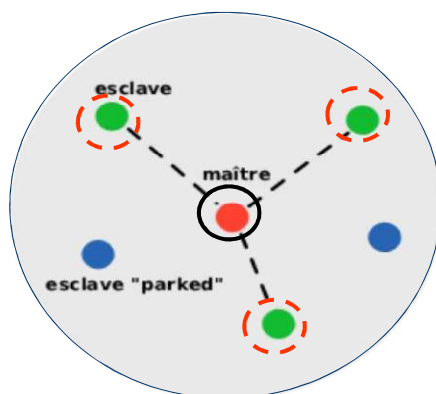
## Bluetooth : topologies et schémas de connexion

### Piconet

- Un piconet est un réseau qui se crée de manière instantanée et automatique quand plusieurs périphériques bluetooth sont dans un même rayon (10m)
- Un piconet suit une topologie en étoile : 1 maitre/ plusieurs esclaves
- Un périphérie maitre peut administrer jusqu'à 7 esclaves actifs ou 255 en mode parked (= inactif)
- La communication est directe entre le maitre et un esclave. Les esclaves ne peuvent pas communiquer entre eux.
- Tous les du piconet sont synchronisés sur l'horloge du maitre. C'est le maitre qui détermine la fréquence de saut de fréquence pour tout piconet.

## Bluetooth : topologies et schémas de connexion (1)

### Piconet : Topologie en étoile

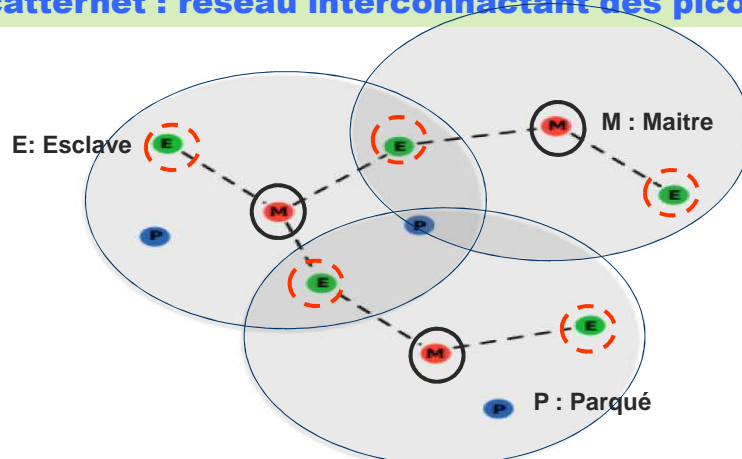


ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

11

## Bluetooth : topologies et schémas de connexion (2)

### Scatternet : réseau interconnectant des piconets

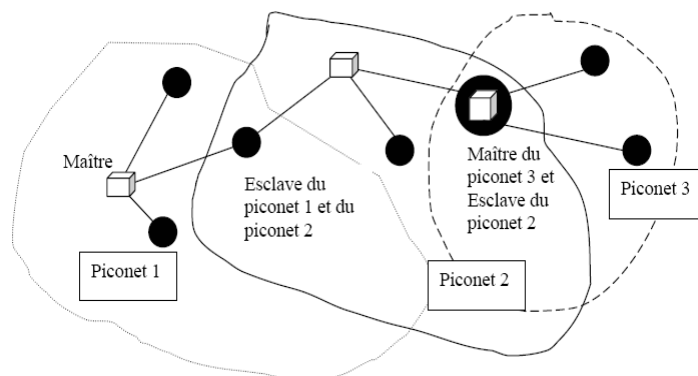


ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

12

## Bluetooth : topologies et schémas de connexion (3)

### Scatternet : réseau interconnectant des piconets



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

13

## Bluetooth : technique d'étalement de spectre (FHSS)

- Le FHSS fonctionne comme suit :
  - Les terminaux d'un même piconet possèdent la même suite de sauts de fréquence (tous les nœuds d'un piconet changent simultanément de fréquence et c'est le maître qui impose la séquence de sauts).
  - Dans un piconet les fréquences de saut sont déterminées par le périphérique maître et tous les esclaves sont synchronisés par rapport à l'horloge de maître (synchronisation E/R)
  - Chaque canal physique reste occupé pendant **0,625 ms (625 micro-seconde de longueur)**, une période appelée slots de temps (1 slot occupe 240 bits au max)
  - La cadence de sauts est de **1600 sauts par seconde (1/625)** (contrainte minimale entre les sauts égale à 6 MHz)
  - La transmission d'un paquet commence au début d'un slot
  - **Des paquets nécessitant 3 (240 \* 3 = 720 bits au max) ou 5 slots (240\* 5 = 1200 bits au max) sont autorisés.**

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

14

## 2. 2 Wifi

### Caractéristiques Wifi (IEEE 802.11)

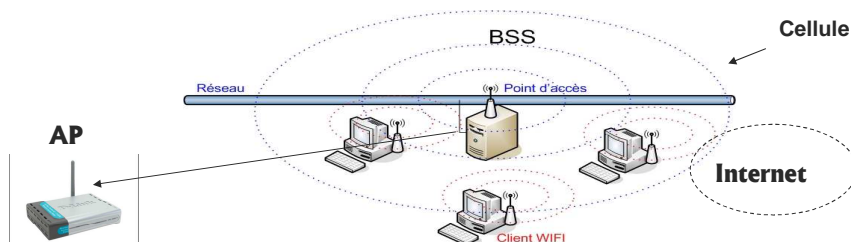
- Services : transfert de fichiers d'information, fichiers audio, vidéo,...
- Normes : 11 normes (3 normes finalisées (802.11b, 802.11a et 802.11g) et les autres sont non normalisées)
- Exemple : normes 802.11b
  - Nombre de nœuds : 20 à 200
  - Portée : 300 m
  - Débit : 11 Mbit/s (théorique max), 6Mbit/s (pratique max)
  - Bande de fréquences : 2,4 GHz (Fmin = 2,400 GHz; Fmax = 2,4835 GHz)
  - Largeur de canal : 5MHz
  - Nombre de canaux : 14 canaux
  - Méthode d'accès : DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)



## Wifi : topologies et schémas de connexion

### Mode infrastructure (centralisée)

- Architecture permettant la transmission de stations sans fil vers des stations connectées à un réseau filaire
- Les terminaux établissent des connexions entre eux via un AP (Access Point ou Point d'accès)
- L'ensemble des stations radio à portée radio du point d'accès est appelé BSS (Basic Service Set)
- Dans un BSS, tout le trafic passe obligatoirement par l'AP.



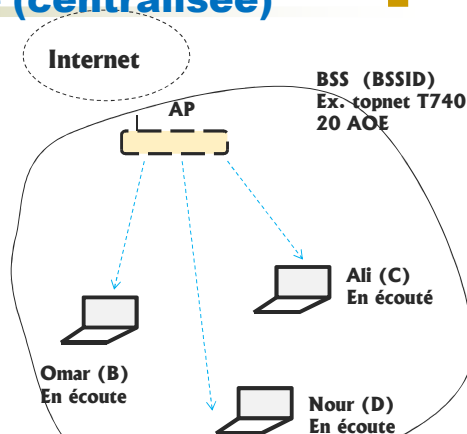
ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

17

## Wifi : topologies et schémas de connexion (1)

### Mode infrastructure (centralisée)

- Le AP diffuse un identifiant de service SSID (Service Set Identifier) ou bien BSSID aux données qu'il transmet
- La taille du SSID est de 6 Octets)
- Le SSID permet aux récepteurs de trier les signaux reçus afin de ne retenir que ceux qui l'intéressent
- Le AP diffuse régulièrement (toute les 0,1 sec environ) une trame (ou bien dans un canal) des informations sur son :
  - BSSID (servant le nom pour le réseau)
  - Ses caractéristiques (débit, N° canal,...)
  - ...



Plus un AP est proche, meilleure est le débit

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

18

## Wifi : topologies et schémas de connexion (2)

### Architecture : mode adhoc (décentralisée)

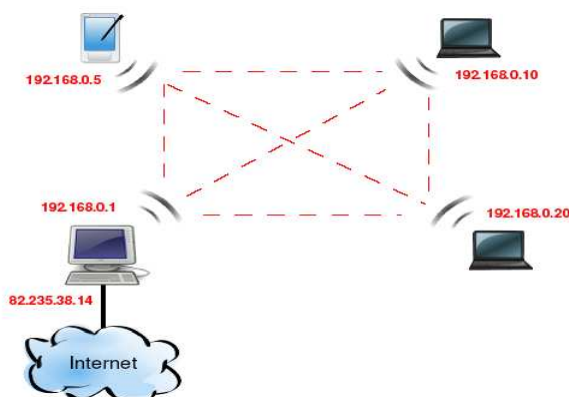
- Un réseau sans point d'accès
- Un réseau point à point (peer to peer)
- Un réseau sans fil restreint IBSS (Independent Basic Service Set) et identifié par un SSID (Service Set Identifier)
- Chaque station joue à la fois le rôle du client et le rôle du point d'accès.
- Chaque station utilise une interface radio et peut transmettre directement à n'importe quelle autre station du réseau
- Pas de station particulière, le réseau fonctionne de façon totalement distribuée
- Toute station doit être à portée radio de toute autre station du réseau
- Pas de possibilité de transmissions vers des stations qui ne sont pas à portée radio.

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

19

## Wifi : topologies et schémas de connexion (3)

### Architecture : mode adhoc (décentralisée)



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

20

## Wifi : technique d'accès

### Norme IEEE 802.b

#### Technique DSSS - caractéristiques

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) : technique d'étalement de spectre à séquence directe
- La norme IEEE 802.11b fonctionne dans la bande de 2,4 GHz (2,400 GHz (Fmin) à 2,4835 GHz (Fmax)) (largeur BP : 2,4835 - 2,400 = 83,5 MHz)
- La bande de fréquences (BP) est divisée en 14 canaux espacés de 5 MHz
- Les canaux adjacents se chevauchent partiellement (voir figure)
  
- seuls 3 canaux sur les 14 étant entièrement isolés sont généralement utilisés pour éviter les interférences (ex. 1, 6, 11 : 3 canaux disjoints)
  
- Les données sont transmises intégralement sur l'un de ces 3 canaux de 22 MHz, sans saut.
- Puisque 3 canaux seulement sont utilisables, il faut faire attention à leur affectation lorsque plusieurs réseaux Wifi distincts sont adjacents

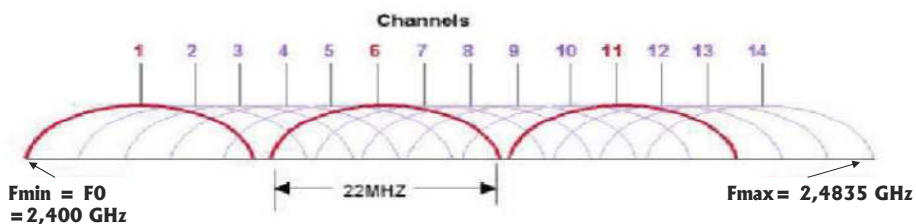
ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

21

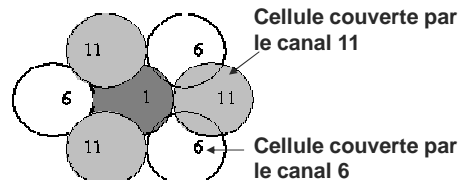
## Wifi : technique d'accès (1)

### Norme IEEE 802.b

#### Technique DSSS – canaux disjoints



- 1, 6, 11 : 3 canaux disjoints pour éviter les interférences
- Largeur de chaque canal : 22 MHz



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

22

## Wifi : technique d'accès (2)

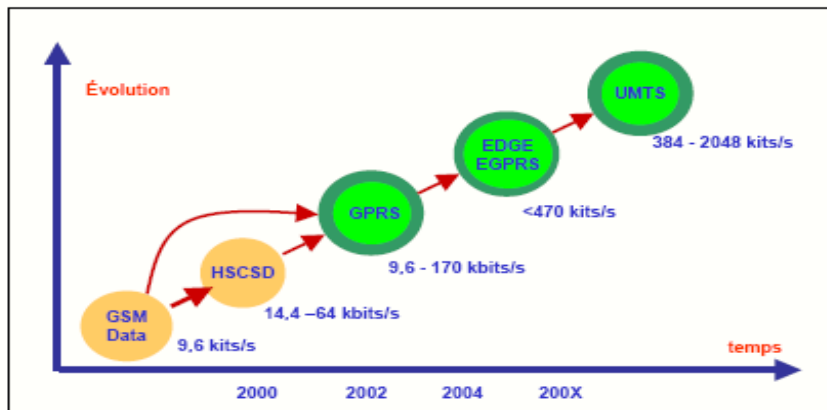
### Norme IEEE 802.b

### Technique DSSS – séquence Barker

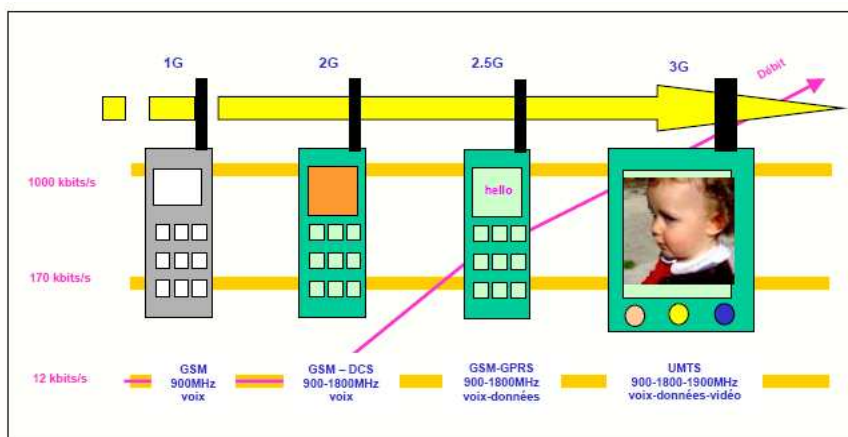
- La technique DSSS consiste à transmettre pour chaque bit une séquence Barker (parfois appelée bruit pseudoaléatoire ou en anglais pseudo-random noise, noté PN) de bits. Ainsi chaque bit valant 1 est remplacé par une séquence de bits et chaque bit valant 0 par son complément :
  - La couche physique de la norme 802.11b définit une séquence Barker de 11 bits (schématiser une figure) :
    - (10110111000) pour représenter un 1
    - (01001000111) pour représenter un 0
  - Cette technique (appelée chipping) revient donc à moduler chaque bit avec la séquence barker
  - Grâce au chipping, l'information est transmise, ce qui permet d'effectuer des contrôles et correction d'erreurs sur les transmissions.

## 2. Evolution des réseaux radio cellulaires vers 3G

# Introduction



# Introduction (1)

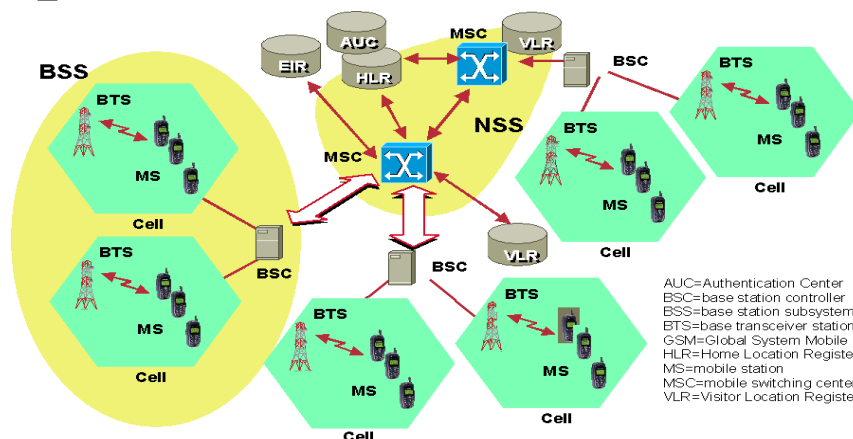


## Architecture GSM

Un réseau GSM (Global System for Mobile communications) est constitué de quatre sous systèmes :

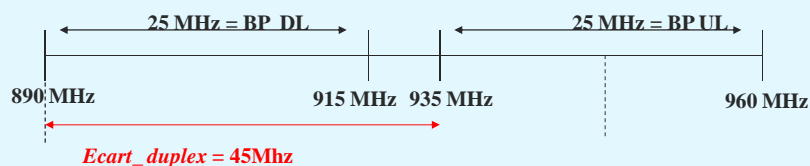
- Base Station: la Station Mobile MS
- Base Station Sub-system: le Sous-Système Radio BSS
- Network and Switching Sub-system: le Sous-Système Réseau NSS
- Operation and Support Sub-system: le Sous-Système d'exploitation et de maintenance OSS.

## Architecture GSM (1)



## Caractéristiques GSM

- Services : voix, SMS,...
- Débit théoriques max : 13 Kb/s (voix) et 12 Kb/s (données : SMS, image,
- Transmission : numérique en mode circuit
- Bande des fréquences : 890 - 915 sens montant et 935-960 sens descendant
- Largeur de canal : 200 KHz
- Nombre des canaux : 125 sens montant et 125 sens descendant

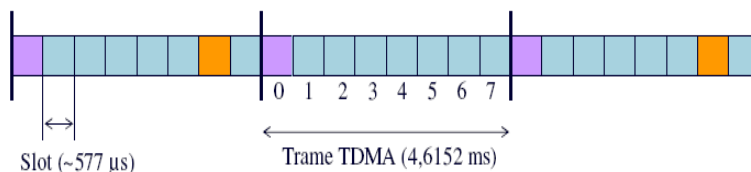


- Méthode d'accès : TDMA (Time Division Multiple Access)
- ...

## TDMA

- Chaque porteuse est divisée en intervalles de temps appelés slots
  - $T_{\text{slot}} = (75/130)10^{-3} \text{ (s)} = 0,5769 \text{ ms}$
- Sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquets de 8 pour former une trame TDMA
  - $T_{\text{TDMA}} = 8 * T_{\text{slot}} = 4,6152 \text{ ms}$
- Chaque utilisateur utilise un slot par trame TDMA
- Un « canal physique » est constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière

## TDMA (1)



 Un canal physique simplex plein débit sans saut de fréquence

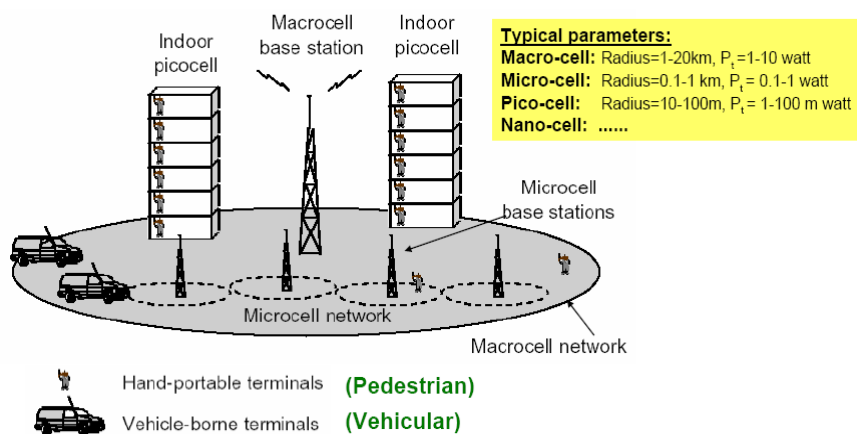
 Un canal physique simplex demi-débit sans saut de fréquence

## TDMA (2)

- Un canal physique duplex correspond à deux canaux physiques simplex
  - $f_u(i) = f_d(i) - \Delta W_{\text{duplex}}$ 
    - $f_d(i)$ : la fréquence de la voie descendante
    - $f_u(i)$ : la fréquence de la voie montante
    - $\Delta W_{\text{duplex}}$  est l'écart duplex (45 MHz en GSM)
  - Les fréquences des voies descendantes en GSM 900
    - $f_d = 935 + (0,2 * n)$  ,  $1 \leq n \leq 124$
  - Un mobile émet et reçoit à des instants différents de trois slots



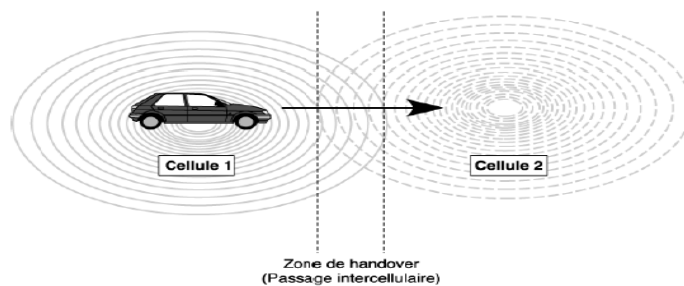
## Cellule



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

33

## Handover

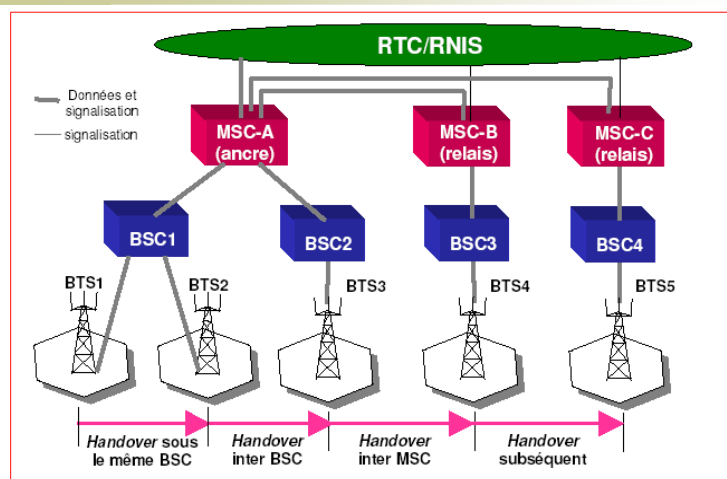


- Le changement de cellule d'un mobile
- La procédure de handover assure la continuité de la communication en cours

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

34

## Handover (1)



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

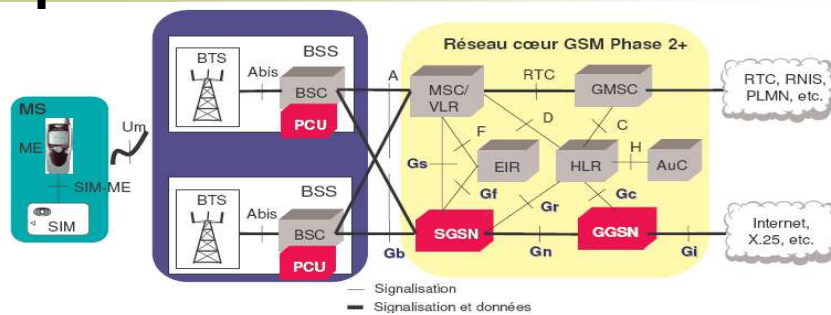
35

## Canaux logiques (Voir annexes)

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

36

## Architecture GPRS (General Packet Radio)

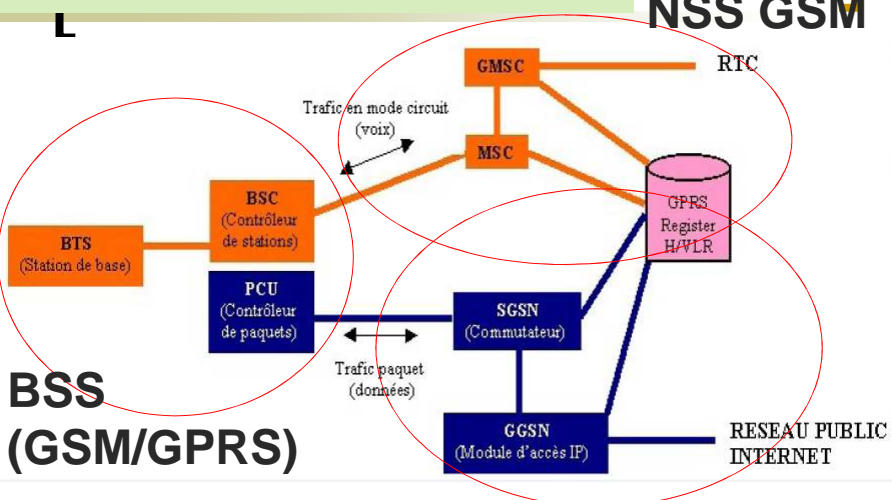


**PCU : Packet Control Unit:** unité de contrôle chargée de la gestion de l'allocation des ressources radio pour des services GPRS, de la congestion et de la diffusion d'informations système liées au GPRS. Localisée dans la BTS, ou BSC ou SGSN .....

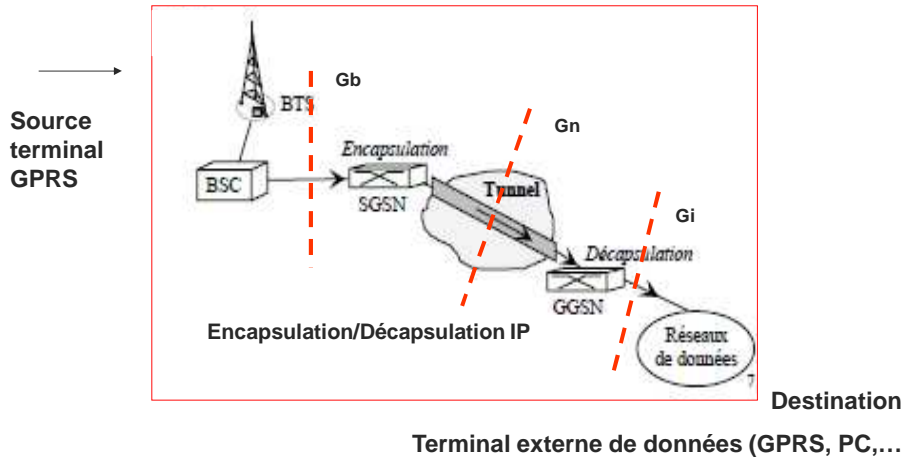
**SGSN : Serving GPRS Support Node:** nœud GPRS qui est en charge de la gestion des services à commutation de paquets des abonnés attachés au réseau. Dans un réseau UMTS, il est relié via l'interface lu-PS à un ou plusieurs RNC

**GGSN : Gateway GPRS Support Node:** nœud passerelle GPRS; un routeur qui effectue le routage des paquets ....

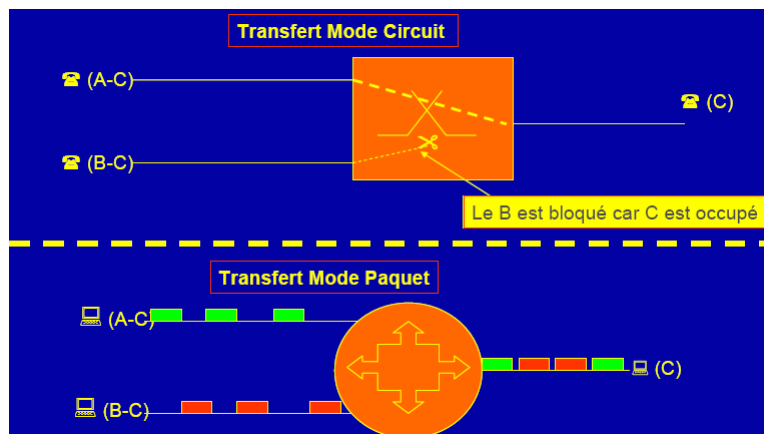
## Architecture GPRS (General Packet Radio) (1)



## Routage GPRS



## Commutation Circuit – Commutation paquet



## Caractéristiques GPRS

- Services : voix, SMS, MMS (Multimedia Message Service (photos, vidéoclips,...)), i-mode: permettant de connecter des téléphones portables à Internet, FTP, chat, telnet, email, géolocalisation,...
- Débit théorique max : 13Kb/s (voix) et 128 Kb/s (données)
- Transmission : numérique en mode circuit/paquet
- Bande des fréquences : 890 - 915 sens montant et 935-960 sens descendant
- Largeur de canal : 200 KHz
- Nombre des canaux : 125 sens montant et 125 sens descendant
- Méthode d'accès : TDMA (Time Division Multiple Access)

- GPRS offre une meilleure efficacité de gestion des ressources radio que le mode circuit
- L'intégration du GPRS est caractérisée par un coût réduit que l'UMTS (réutilisation de la même infrastructure GSM)

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

41

## Caractéristiques GPRS (1)

### GPRS multislot

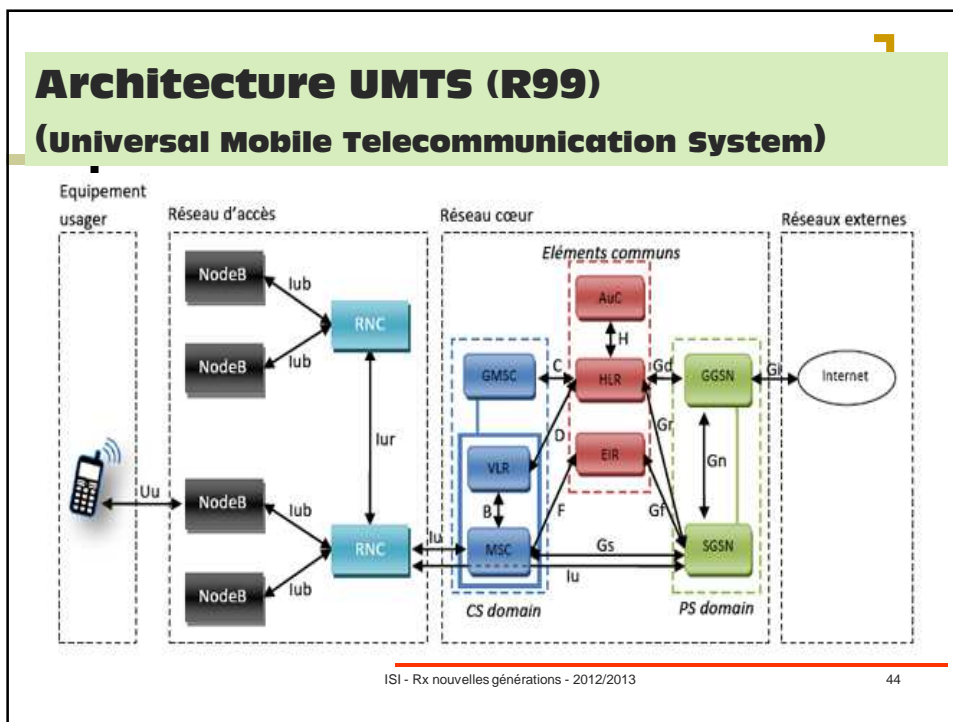
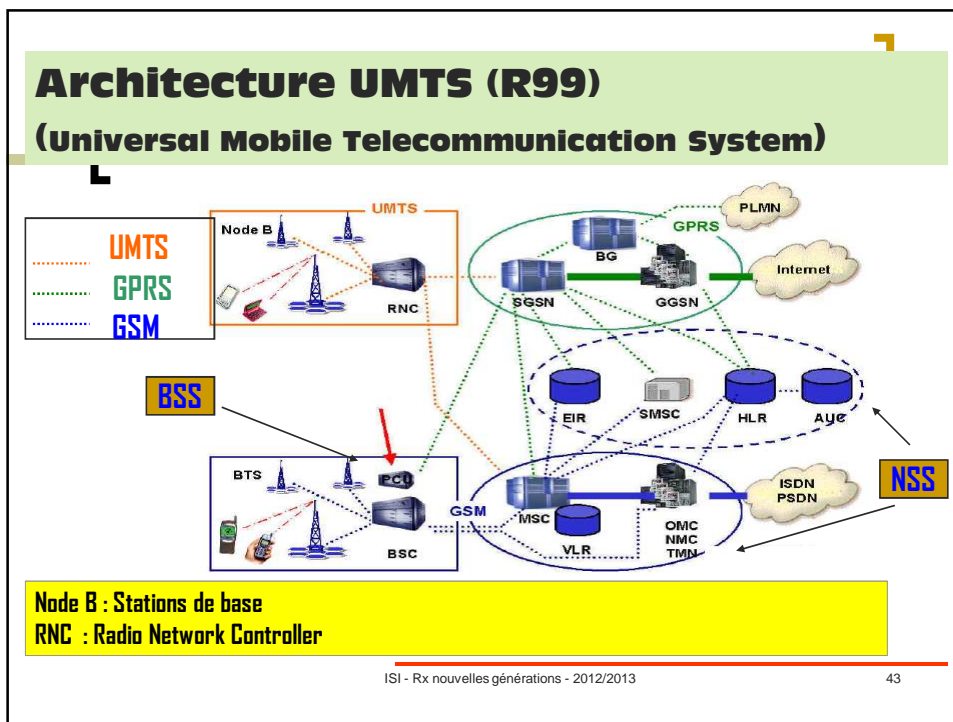
- La différence entre GSM et GPRS est que GSM n'utilise qu'un time slot par trame TDMA, tandis que GPRS peut utiliser plusieurs time slots (jusqu'à 8, qui est le maximum) sur une seule trame pour transporter les données. GPRS utilise ces time slots de façon dynamique et peut donc justifier d'un débit beaucoup plus important que GSM.
- Egalement combiné à l'usage de plusieurs time slots, GPRS définit quatre schémas de codage : CS1, CS2, CS3 et CS4, chacun d'entre eux fournissant un niveau de correction d'erreur différent et une bande passante effective différente sur le même canal radio.

	CS1	CS2	CS3	CS4
1 slot	9,05 kbits/s	13,4 kbits/s	15,6 kbits/s	21,4 kbits/s
8 slots	72,4 kbits/s	107,2 kbits/s	124,8 kbits/s	171,2 kbits/s

Codeurs utilisés en pratique      Codeurs demandent une qualité de signal très bonne

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

42



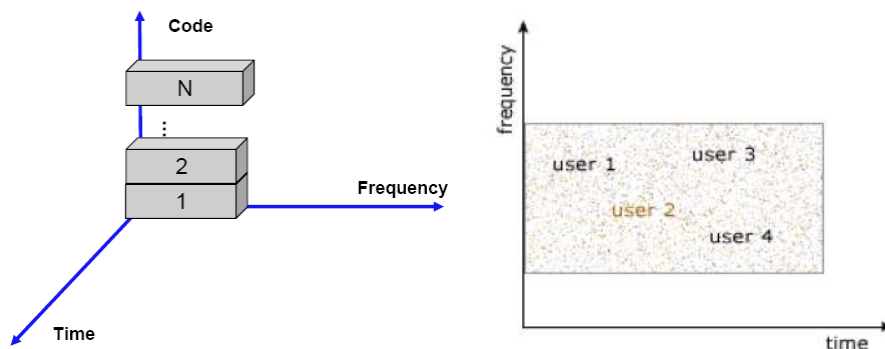
## Caractéristiques UMTS (orientation multimédia)

- Services : voix, SMS, MMS (Multimedia Message Service (photos, vidéoclips,...)), i-mode: permettant de connecter des téléphones portables à Internet, FTP, chat, telnet, email, géolocalisation, **Visioconférence**, ...
- Débit : 100 Kb/s à 2 Mb/s
- Transmission : numérique en mode combiné circuit/paquet
- Bande des fréquences : 1920-1980 sens montant et 2110-2170 sens descendant
- Largeur de canal : 5 MHz
- Méthode d'accès : CDMA (Code Division Multiple Access) :  
(Utilisant une technique d'étalement de spectre permettant de diffuser un signal radio sur une grande gamme de fréquence → fournir un débit bien supérieur à celui obtenu jusqu'à présent)

ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

45

## CDMA



ISI - Rx nouvelles générations - 2012/2013

46