

Téléphonie Mobile de troisième génération

De GSM à HSPDA

Luc Deneire

Departement G.T.R.
Licence Professionnelle

Novembre 2004

Table des Matières (1)

Cours 1

Table des Matières
 Plan
 Historique
 Le Réseau G.S.M
 Architecture
 Hiérarchie
 Les mobiles
 L'infrastructure

Interface Radio
 Commutation et mobilité

Cours 2

GPRS : Gestion de mobilité
 Concepts
 Machine d'état de la mobilité
 GPRS/IMSI Attach
 Detach demandé par la MS
 Detach demandé par le réseau
 Sécurité

Gestion de la localisation
 Transfert de données / routage

EDGE

Introduction
 Modulations
 Formats
 Gain du au multi-slot
 Redondance incrémentale (RI)

UMTS : Architecture

Référence
 Concepts de Base
 Architecture et structure de l'UMTS
 L'interface radio

Téléphonie Mobile de troisième génération

Cours 1 : Introduction G.S.M.

Luc Deneire

Departement G.T.R.
Licence Professionnelle

Novembre 2004

Table des Matières

Plan

Historique

Le Réseau G.S.M

- Architecture

- Hierarchie

- Les mobiles

- L'infrastructure

- Interface Radio

- Commutation et mobilité

GPRS

- Cahier des charges

- Architecture Réseau

- le réseau backbone

- La pile de protocole (plan transmission)

GPRS : Gestion de mobilité

- Concepts

- Machine d'état de la mobilité

- GPRS/IMSI Attach

- Detach demandé par la MS

- Detach demandé par le réseau

Plan du cours

De G.S.M. à HSDPA

1. Introduction et G.S.M.
2. le G.P.R.S. et EDGE
3. U.M.T.S. principes et interface radio
4. U.M.T.S. couche physique et protocoles
5. U.M.T.S. gestion des appels et de la mobilité

Organisation du cours

Cours magistral + questions/réponses

1. TD en début de séance : Q&R + test QCM (15 minutes)
2. Cours magistral trois heures
3. Programme lourd :)
4. Cours informatif ... première mouture :(
5. Si possible, examen (euh ... DS) écrit individuel avec correction orale, sans support :(
6. Référence : *UMTS, les origines, l'architecture, la norme*, Pierre Lescuyer, Dunod, Paris, 2002

De Marconi à l'U.M.T.S

Les Temps Heroïques

- 1896 Marconi démontre la première transmission sans fils ... voir un café à Biot
- 1946 Premier Téléphone mobile aux U.S. (1 cellule, St Louis, Missouri
source :
<http://www.att.com/atllabs/reputation/timeline/46mobile.html>)
- 1973 New-York, Premier téléphone cellulaire (Martin Cooper, Motorola, vers Joel Engel, Bell Labs)
- 1977 Bell Labs construit un proto de systeme cellulaire, Chicago, 2000 clients
- 1981 Premier système Européen, NTM-450, Suède

La deuxième génération

4 systèmes

1. G.S.M : Global System for Mobile -Europe + Monde
2. D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System)-US
3. Code Division Multiple Access (IS-95) ... US-Qualcomm
4. P.D.C. Personal Digital Cellular - Japon

GSM Dominant Europe, Monde sauf USA

Bandes 900 MHz, 1800 MHz (DCS-1800) , 1900 MHz (PCS-1900 , USA) 400 MHz (rural) 800 MHz (Amérique du Nord)

De Marconi à L'U.M.T.S.

2G : le timing

- 1982 Début de la spécif GSM (1982-1990)
- 1983 Déploiement de AMPS
- 1984 CT-1 (Cordless Telephone, Europe)
- 1991 Spécification de DECT (Digital European Cordeless Telephone)
portée de 100 à 500 m, 120 canaux, 1.2 Mbit/s en données,
voix encryptée, authentification ... se retrouve dans IMT-2000
- 1992 Début du déploiement de G.S.M.
- 1994 DSC-1800

De Marconi à l'U.M.T.S.

La troisième génération

HSCSD High Speed Circuit Switched Data

- ▶ Communications de données orientées circuit
- ▶ Peut utiliser jusque 4 slots GSM (1 slot = 9,6 ou 14,4 Kbps)

GPRS General Packet Radio Service

- ▶ Communications de données orientées paquet
- ▶ Peut utiliser jusque 8 slots GSM (115 Kbps)

EDGE Enhanced Data-rates for Global Evolution

- ▶ Modulations d'ordre supérieur (plus de bits/symbole)
- ▶ 384 Kbps (avec 8 slots)
- ▶ Modulations adaptatives, ARQ incrémental

De Marconi à l'U.M.T.S.

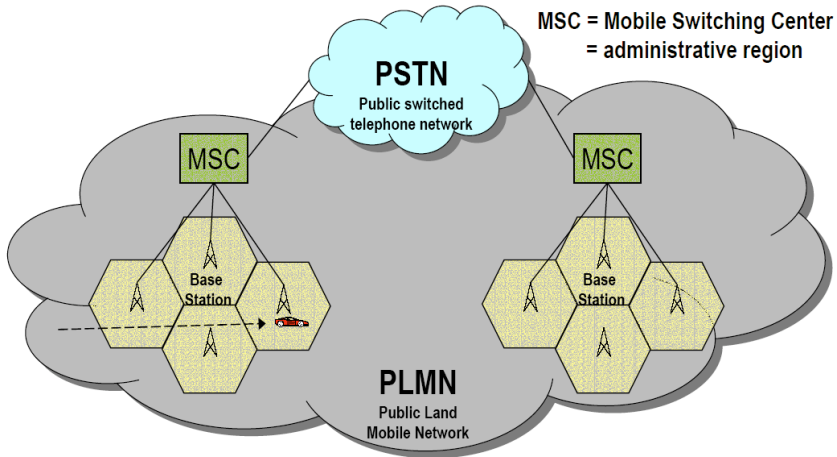
La troisième génération

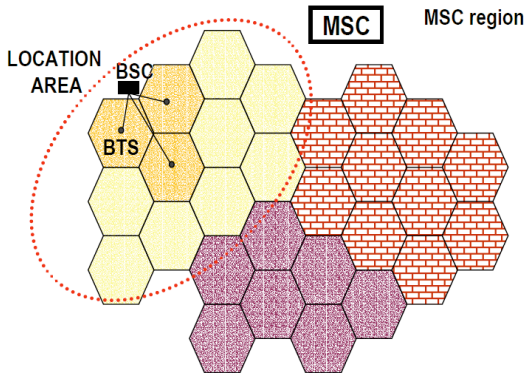
U.M.T.S Universal Mobile TelecommunicationSystem

- ▶ IMT-2000 (www.itu.ch) : appel à propositions pour 1998

Objectifs

- ▶ Support multimédia
- ▶ 2 Mbit/s en vitesse réduite
- ▶ 144 kbit/sec en vitesse élevée (\leq 120 km/h)
- ▶ couverture mondiale
- ▶ UMTS Forum en 1996
- ▶ 15 propositions en 1998
- ▶ 3GPP et 3GPP2 créés en Janvier 1999





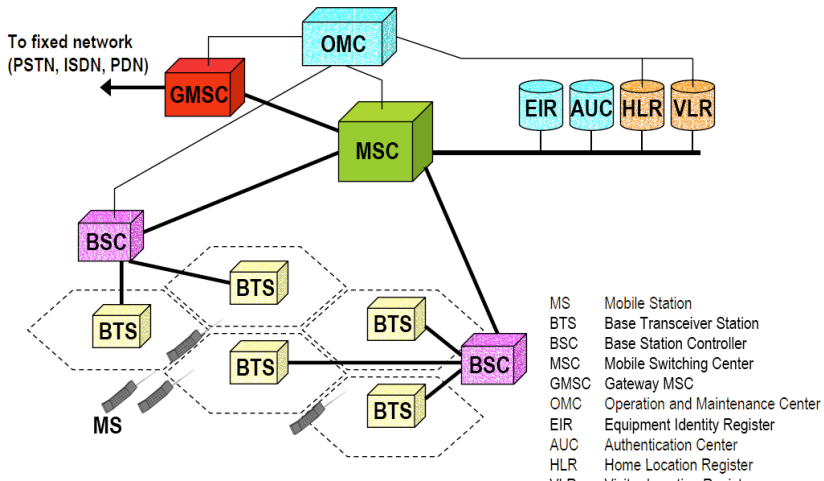
MSC Mobile Switching Center

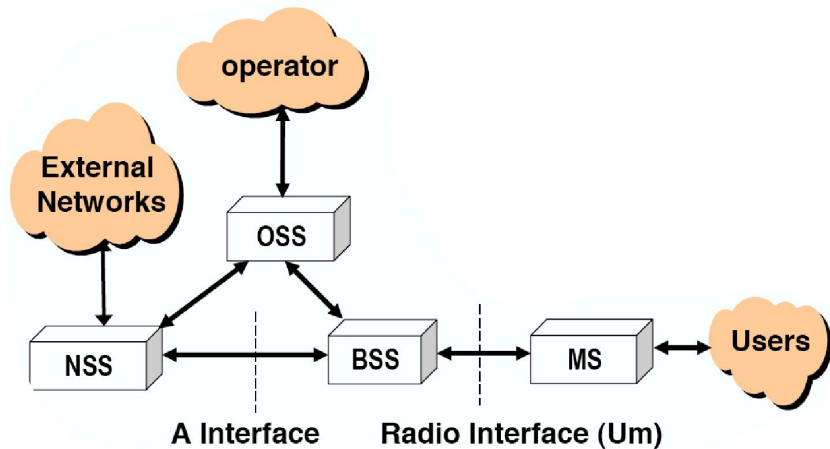
LA Location Area

BSC Base Station Controller

BTS Base Transceiver Station

Hiérarchie : region MSC \Leftarrow n Location Areas \Leftarrow m BSCs \Leftarrow k BTS





Trois sous systèmes

Deux composantes

- ▶ L'infrastructure fixe
- ▶ Les mobiles

Infrastructure divisée en 3 sous-systèmes

1. **BSS** : Base Station Subsystem \Rightarrow transmission depuis le mobile vers le NSS
2. **NSS** : Network Switching Subsystem \Rightarrow Communication et interconnexion avec les autres réseaux
3. **OSS** : Operational Subsystem \Rightarrow Administration du réseau GSM

Deux composants qui séparent la mobilité de l'équipement et la mobilité de l'utilisateur

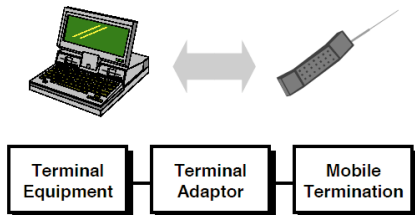
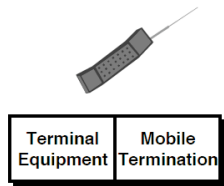
Equipement mobile

- ▶ Le téléphone s'identifie
- ▶ **Adresse : IMEI** : International Mobile Equipment Identity

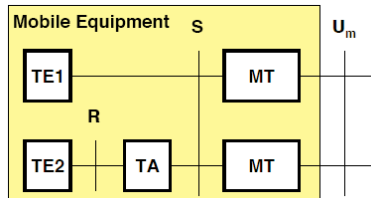
L'utilisateur mobile : SIM

- ▶ SIM :Subscriber Identity Module (fixe ou non)
- ▶ **Identité : IMSI** : International Mobile Subscriber Identity
- ▶ **Adresse : MSISDN** :Mobile Subscriber ISDN Number (no tel)

Structure du mobile



- MT : Mobile Termination Interface Radio
- TE : Terminal Equipment Interface utilisateur + applis (fax, ...)
- TA : Terminal Adaptor Interface entre MT et divers TE



Classe	Puissance Max (W)	Type de terminal
I	20	véhicule
II	8	véhicule
III	5	portable
IV	2	portable
V	0,8	portable

l'IMEI : structure et gestion

IMEI : 15 digits

TAC (6) — FAC (2) — SNR (6) — SP (1)
--

Type Approval Code ; Final Assembly Code ; Serial Number ;
Spare Digit

role de l'IMEI : protection contre le vol et la "panne"

EIR : Equipment Identity Register 1 DB par opérateur, échangées

White list ... OK

Black list ... pas OK (sauf urgences)

Grey list ... usage interne (pannes, vieux GSMs ...)

l'utilisateur, sa carte SIM et sa confidentialité

SIM

- ▶ associée à l'utilisateur
- ▶ contient les adresses utilisateur
- ▶ Assure l'authentification et l'encryptage
- ▶ Personnalisation (services) et protection (PIN(4-8)/PUK(8))

IMSI International Mobile Equipment Identity

biunivoque SIM, spécifique GSM, 15 digits

MCC (3) — MNC (3) — MSIN (10)

MCC : Mobile Country Code ; MNC : Mobile Network Code ;
MSIN : Mobile Subscriber Identification Number

l'utilisateur, sa carte SIM et sa confidentialité

MSISDN Mobile Subscriber ISDN Number

no tel (meme structure que le IMSI sauf MNC : région)

séparation IMSI-MSISDN

- ▶ permet la confidentialité,
- ▶ facilite la modification des numéros + routage
- ▶ l'association de plusieurs numeros (pour + services) à un utilisateur

Adresses temporaires

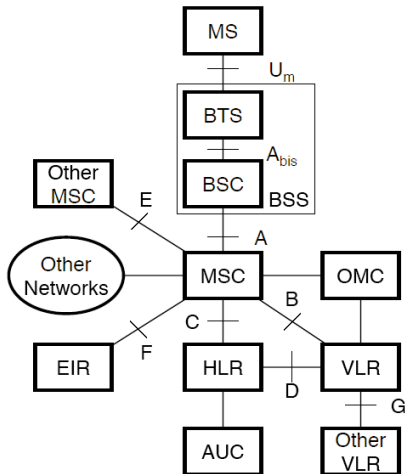
TMSI Temporary Mobile Subscriber Identity

- ▶ Assigné par la VLR dans une région administrative
- ▶ Transmis sur l'interface radio au lieu de l'IMSI (sécurité)

MSRN Mobile Station Roaming Number

- ▶ Un numéro MSISDN avec
 - ▶ le préfixe du réseau visité
 - ▶ un numéro donné par la VLR
- ▶ Utilisé pour router les appels en itinérance

Composants et interfaces



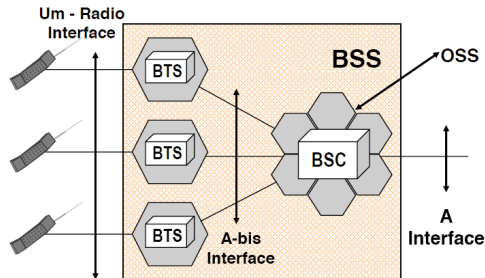
Components

MS	Mobile Station
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
MSC	Mobile Switching Center
OMC	Operation and Maintenance Center
EIR	Equipment Identity Register
AUC	Authentication Center
HLR	Home Location Register
VLR	Visitor Location Register

Interfaces

Um	Radio Interface
Abis	BTS-BSC
A	BSS-MSC
B	MSC-VLR
C	MSC-VLR
D	HLR-VLR
E	MSC-MSC
F	MSC-EIR
G	VLR-VLR

le sous-système station de base



BTS Base Transceiver Station

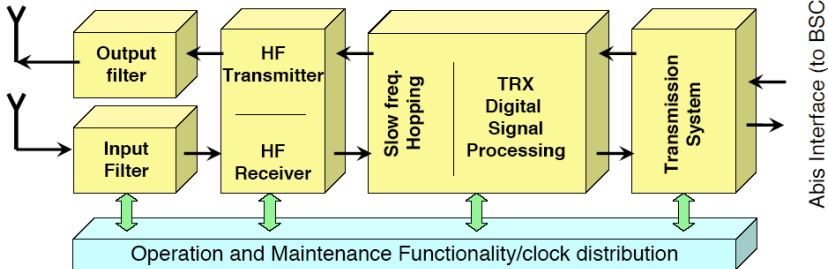
- ▶ Emetteur/Récepteur, (dé)codage de la voix, adaptation de débit
- ▶ Canaux de signalisation
- ▶ fonctions de couches 2 (FEC, LAPDm)

BSC Base Station Controller

- ▶ Fonctions de gestion de l'interface radio
- ▶ Allocation des canaux, handover ...

La Station de Base

U_m Interface
(to MS)

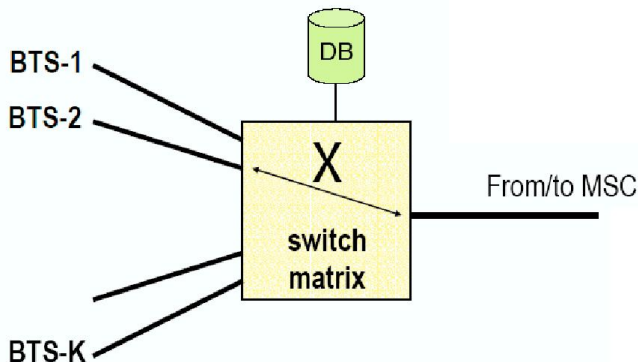


Fonctions de la BTS GROS MODEM :

- ▶ Modulation/démodulation GMSK
- ▶ codage de canal
- ▶ cryptage/décryptage
- ▶ formattage (trames, entrelacement,)
- ▶ mesures de puissance (RSSI) et d'interférence

Puissance max de 320 W à 30 mW (900 MHz) et de 20 W à 160 mW (1800 MHz)

Le contrôleur de station de base (BSC)



Fonctions de la BSC COMMUTATEUR/MOBILITE

- ▶ Commuter de/vers la MSC vers/de la bonne BTS
- ▶ conversion de protocole et de codage (GSM-ISDN)
- ▶ Gestion de la mobilité du MS
- ▶ Contrôle de puissance

NSS : Network Switching Sub-System

composants

- ▶ MSC (Mobile Switching Center) / GMSC (Gateway MSC)
- ▶ HLR (Home Location Register) / AuC (Authentication Center)
- ▶ VLR (Visitor Location Register)
- ▶ EIR (Equipment Identity Register)

fonctions

- ▶ Contrôle d'appels
- ▶ Gestion d'utilisateurs

communication entre composants Extensions mobiles à SS7

MSC : Mobile Switching Center

- ▶ Un commutateur RNIS (canaux 64 kbps)
- ▶ Effectue les tâches d'un commutateur de réseau fixe
- ▶ En outre, effectue
 - ▶ l'allocation des ressources radio
 - ▶ la gestion des utilisateurs
 - ▶ authentification, association
 - ▶ handover
 - ▶ paging
- ▶ Un opérateur possède de multiples MSCs ...

HLR : Home Location Register

1 base de donnée par opérateur (PLMN)

- ▶ dupliquée pour la robustesse
- ▶ Possiblement plus d'une HLR pour de grands opérateurs

Contenu infos sur tout usager de l'opérateur

- ▶ **en permanence**
 - ▶ IMSI, MSISDN
 - ▶ abonnements/services (avec tous les attributs)
 - ▶ IMEI
 - ▶ infos d'authentification
- ▶ **temporairement** : infos sur l'endroit où se trouve l'utilisateur
 - ▶ adresse de la VLR
 - ▶ adresse de la MSC
 - ▶ adresse MSRN (si pas connecté à l'opérateur d'origine)

AUC : Authentication Center

Associé voire intégré à la HLR

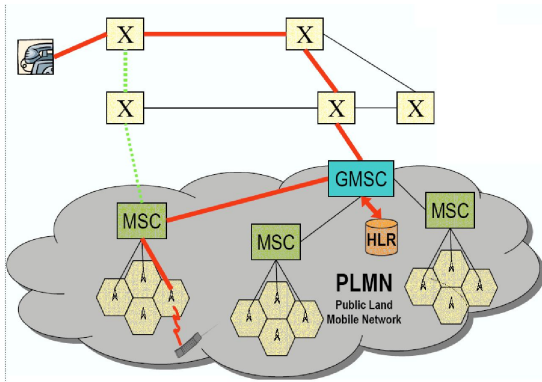
Recherche par IMSI

Responsable des données liées à la sécurité

- ▶ la clé secrète pour l'authentification
- ▶ la clé d'encryptage utilisée sur le canal radio
- ▶ les algorithmes poru calculer les clés temporaires (authentification)

GMSC : Gateway MSC

quand on quitte son opérateur



- ▶ CAR commutateurs fixes ne gèrent pas la mobilité
- ▶ DOIT interroger la HLR pour localiser le MS

VLR : Visitor Location Register

au plus 1 VLR par MSC En général MSC \leftrightarrow VLR ; possible 1 VLR pour plusieurs MSCs

Entrées Tout utilisateur / MSISDN dans la région de la MSC
Aussi pour les utilisateurs en itinérance

Contenu données souscripteur

- ▶ IMSI, MSISDN
- ▶ services / paramètres
- ▶ infos équipement utilisateur (IMEI)
- ▶ données d'authentification

données de routage et de localisation

- ▶ MSRN (Mobile Station Roaming Number)
- ▶ TMSI (Temporary Mobile Station Identity)
- ▶ LAI (Location Area Identity)

OSS : Operation and Maintenance Subsystem

Mesures et contrôle du réseau

Monitoré et initié par le centre de maintenance (OMC)

Fonctions principales:

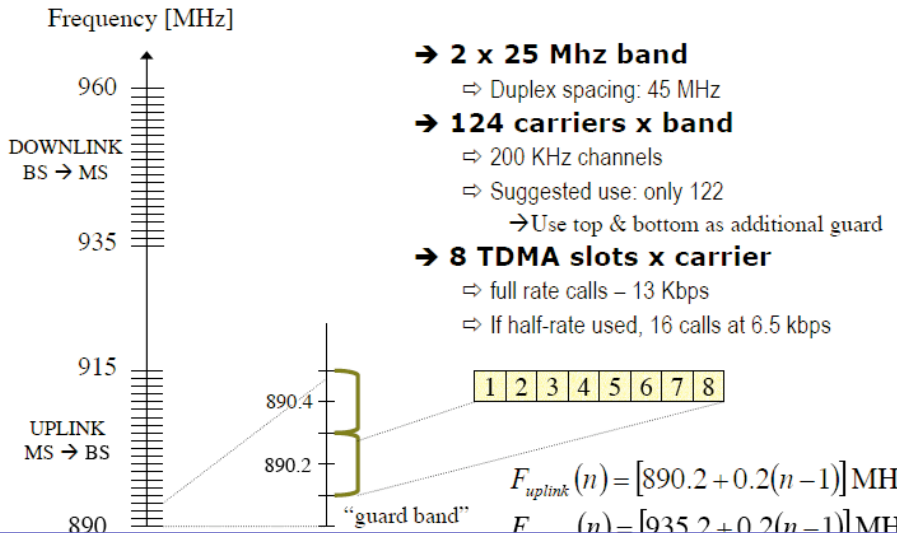
- ▶ Administration réseau (config, réglages, perfs, stats, maintenance)
- ▶ Commerciales (facturation / accounting)
- ▶ gestion de sécurité (EIR)

Partie RADIO supposée connue

Sinon reprendre la présentation de Giuseppe Bianchi

Mais quelques rappels de base

Rappel du spectre Radio

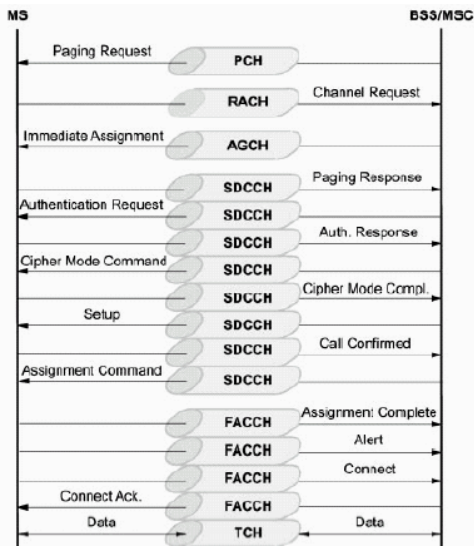


Canaux logiques

A vos crayons ...

Traffic channel (TCH)	TCH/F	TCH full rate	MS \leftrightarrow BSS
	TCH/H	TCH half Rate	MS \leftrightarrow BSS
Broadcast channel <i>(same information to all MS in a cell)</i>	BCCH	Broadcast control	BSS \rightarrow MS
	FCCH	Frequency Correction	BSS \rightarrow MS
	SCH	Synchronization	BSS \rightarrow MS
Common Control channel (CCCH) <i>(point to multipoint channels)</i> <i>(used for access management)</i>	RACH	Random Access	MS \rightarrow BSS
	AGCH	Access Grant	BSS \rightarrow MS
	PCH	Paging	BSS \rightarrow MS
Dedicated Control channel (DCCH) <i>(point-to-point signalling channels)</i> <i>(dedicated to a specific MS)</i>	SDCCH	Stand-alone Dedicated control	MS \leftrightarrow BSS
	SACCH	Slow associated control	MS \leftrightarrow BSS
	FACCH	Fast associated control	MS \leftrightarrow BSS

Exemple de procédure avec signalisation



Setup for an incoming call (call arriving from fixed network part - MS responds to a call)

Steps:

- paging for MS
- MS responds on RACH
- MS granted an SDCCH
- authentication & ciphering on SDCCH
- MS granted a TS (TCH/FACCH)
- connection completed on FACCH
- Data transmitted on TCH

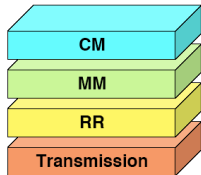
La couche réseau du GSM

3 sous-couches RR : Radio Resource Management , fournit un lien (communication) entre le MS et le MSC

MM : Mobility Management , gère les bases de données de localisation du mobile

CM : Communication Management , contrôle la connexion utilisateur

Se base sur la couche de transmission



RR : Radio Resource Management

gère l'administration des fréquences et canaux Principalement l'interface radio

Garantit un lien stable en changeant de cellule \Rightarrow Handover dans le RR (pas le MM, en effet, la mobilité est vue du point de vue "macro-mobilité")

Fonctions

- ▶ Monitoring du BCCH, PCH
- ▶ Administration du RACH
- ▶ Demande / assignation de canaux
- ▶ contrôle de puissance de la MS et synchro
- ▶ Handover

RR implémenté dans la MS, BTS, BSC, MSC

MM : Mobility Management

Gère la localisation de l'utilisateur et les tâches liées à la mobilité

Fonctions

- ▶ Assigne la TMSI
- ▶ Localisation de la MS
- ▶ Mise à jour de la localisation
- ▶ Authentification de la MS
- ▶ Identification, association/désassociation de la MS

MM implémenté dans la MS, MSC

CM : Communication Management

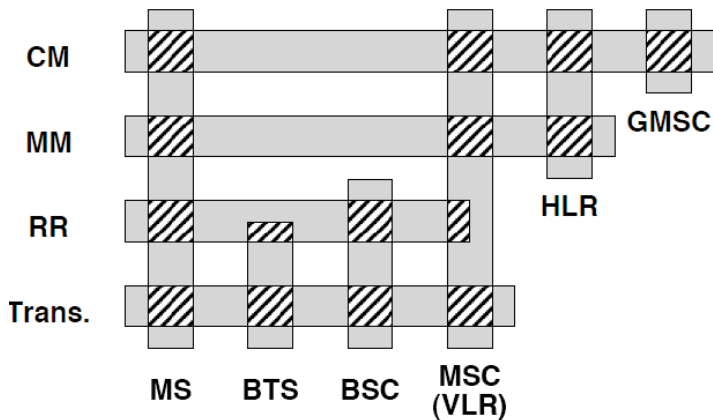
contrôle des appels, services supplémentaires (SMS, ...)

Fonctions

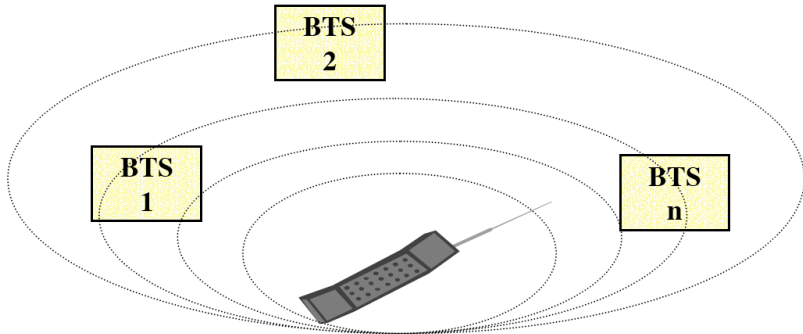
- ▶ Etablissement de l'appel (de ou vers la MS)
- ▶ gestion des appels d'urgence
- ▶ Fin d'appel
- ▶ signalisation DTMF
- ▶ modification en cours d'appel

CM implémenté dans la MS, MSC, GMSC

Les protocoles et les équipements

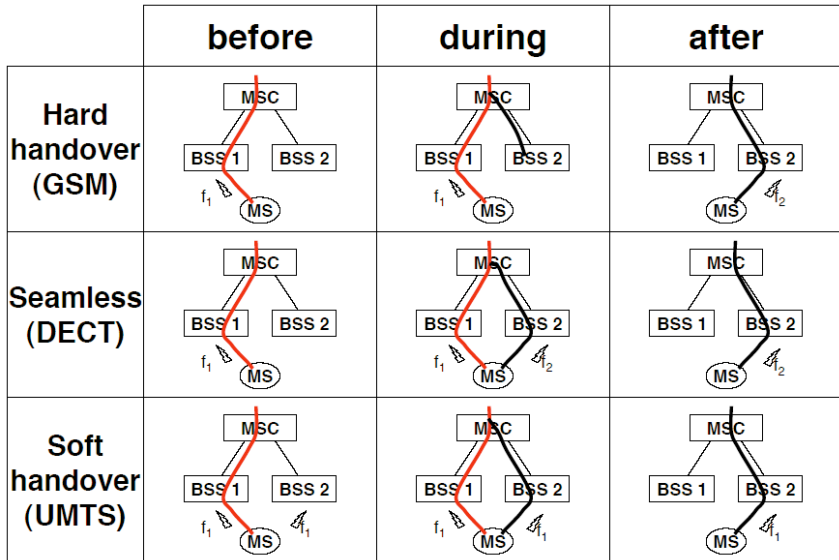


Handover : Principe de base



Un mobile doit

- ▶ monitorer la puissance des balises des cellules voisines
- ▶ garder les infos sur les 6 meilleures cellules
- ▶ Decoder leur BCCH (FCCH, SCH) pour obtenir leurs paramètres
 - ▶ au moins toutes les 5 minutes
 - ▶ BSIC (Base Station Identity Code, dans SCH) au moins toutes



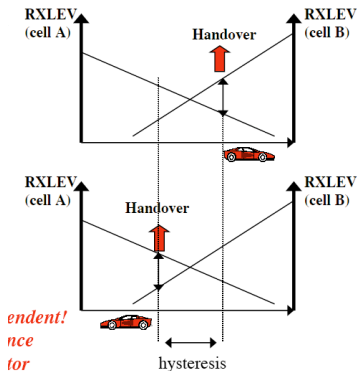
Métriques et hystérèse

RXLEV(n) : Niveau reçu (en dBm)

Paramètres : Niveau RX et TX min, max

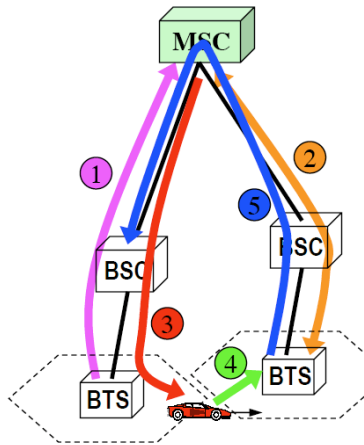
Infos additionnelles : infos temporelles et d'état du réseau

Hystérèse : de 5-10 dB jusque 30 dB, éviter le ping-pong

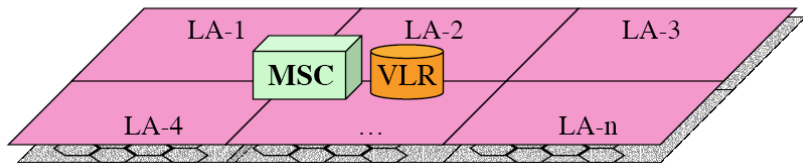


Signalisation et procédure de Handover

1. La requête est envoyée au commutateur
2. Le commutateur crée la nouvelle route sur le réseau fixe
3. Le commutateur envoie la commande de handover au mobile
4. Le mobile accède au nouveau canal
5. L'ancien canal et l'ancienne route sont détruits



Location Area et MSC Service Area





Mobilité – suite GPRS ?

Téléphonie Mobile de troisième génération

Cours 2 : EDGE GPRS

Luc Deneire

Departement G.T.R.
Licence Professionnelle

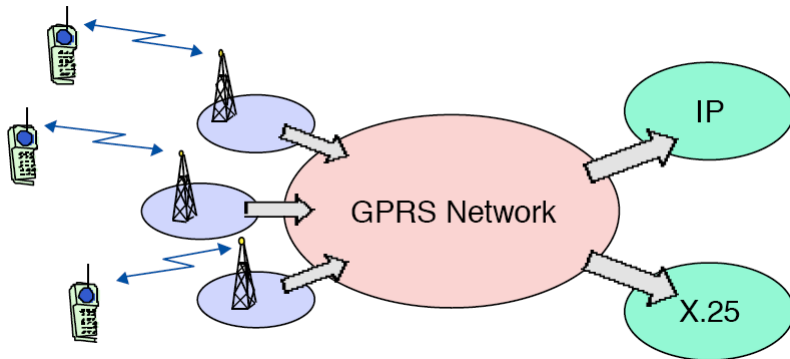
Novembre 2004

Mode Paquet : Offrir une communication données en mode paquet sur le GSM

Haut débit : Offrir un plus haut débit que le 14,4 kbits/s

Evolutif

- ▶ Fournir la base de la partie réseau de la 3G
- ▶ Se marier avec EDGE pour un débit de 144 kbits/s



Trois nouvelles entités : SGSN / GGSN / BG

SGSN: Serving GPRS Support Node

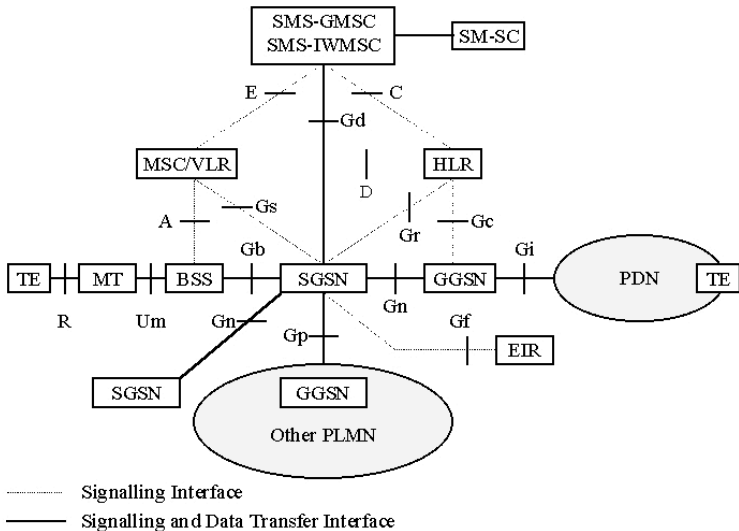
- ▶ Joue le rôle de la VLR (localisation sur une RA:Routing area)
- ▶ Allocation d'identité temporaire **P-TMSI** : Packet-TMSI
- ▶ Gestion de mobilité
- ▶ Interfaçage et signalisation avec les autres sous-systèmes
- ▶ Cryptage et compression
- ▶ Gestion de session "paquet"
- ▶ Tunelling de données

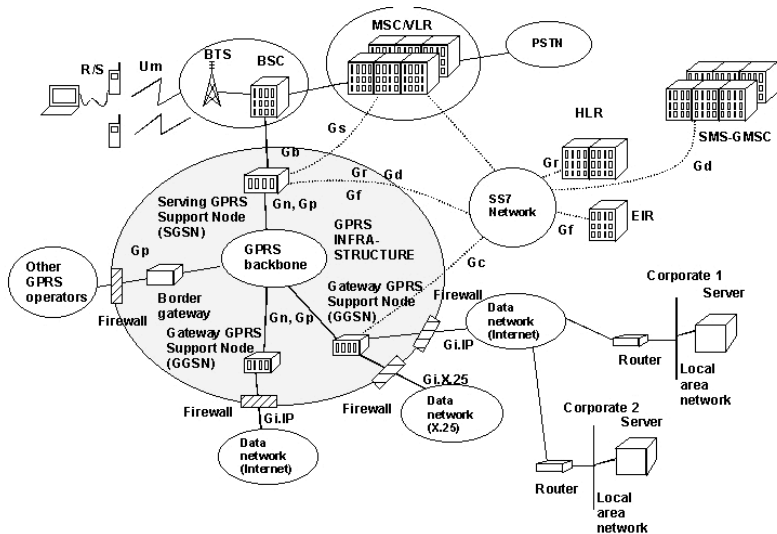
GGSN : Gateway GPRS Support Node

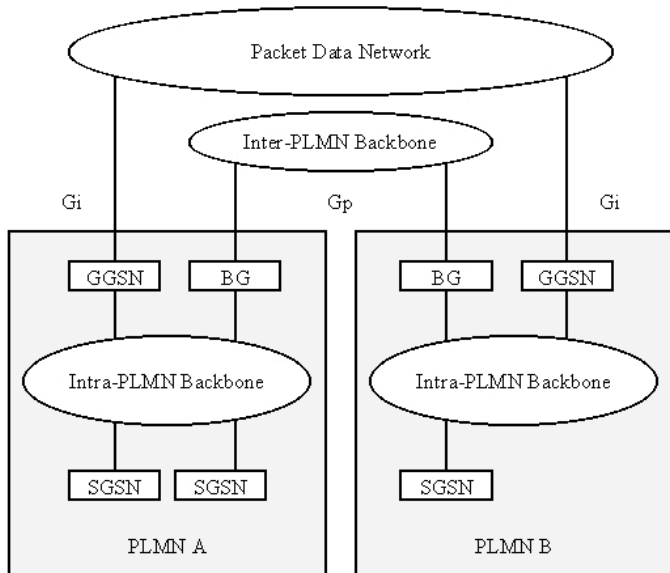
- ▶ Même fonction que le GMSC pour le GPRS (vers les réseaux "paquet")

BG : Border Gateway

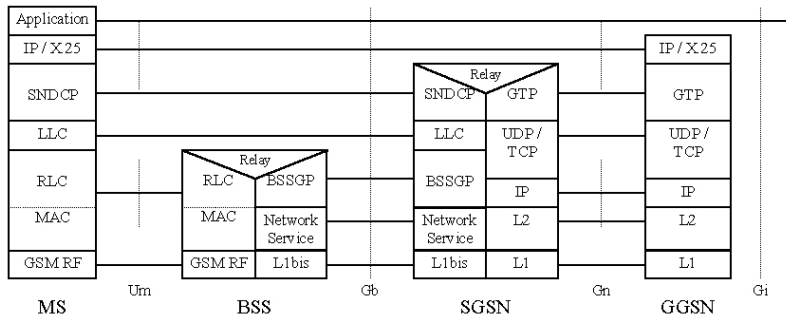
- ▶ Connexion du réseau GPRS-coeur (IP) vers les réseaux interconnectés







La pile de protocole (plan transmission)



Fonctions

Attach

- ▶ Qui est le mobile ?
- ▶ Que sait-il / peut-il faire ?

Detach Quitter ...

Localisation

- ▶ Où est le mobile
 - ▶ Router vers le MS
 - ▶ Une seule route MS \Rightarrow SGSN et SGSN \Rightarrow GGSN
- ▶ Economiser la batterie de la MS
- ▶ Minimiser l'utilisation de la radio

Solutions et contraintes du système

Attach et Detach : peu fréquents

- ▶ Attach le matin, Detach le soir
- ▶ A priori simple
- ▶ \Rightarrow Ne doit pas être optimisé

Gestion de la mobilité : plus problématique

- ▶ Changement de cellule fréquent (?)
- ▶ L'envoi de données en voie montante consomme bcp
- ▶ Grand nombre de MS attachés au service GPRS !

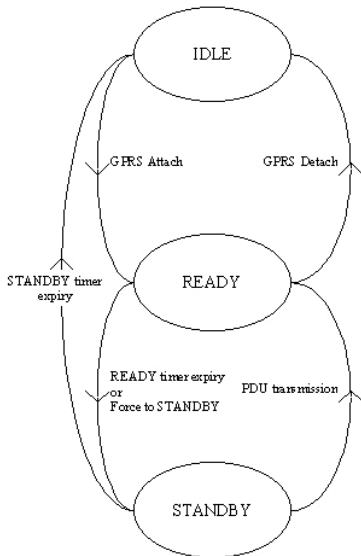
GPRS MM : deux régions selon l'activité du MS

Quand le MS est passif mise à jour quand on change de grande région
(comme en GSM en mode déconnecté)

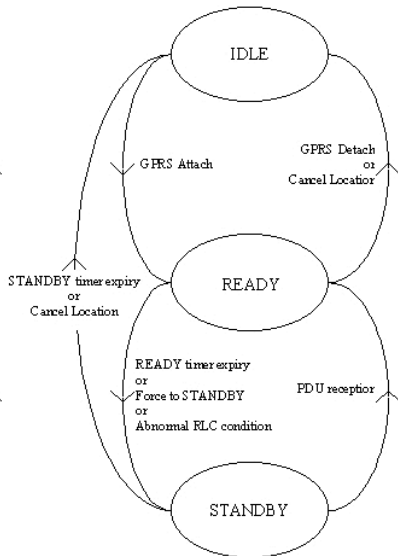
- ▶ MS est dit en "état standby"
- ▶ Si la MS bouge bcp, moins de trafic \Rightarrow OK batterie
- ▶ \Rightarrow moins de capacité perdue pour la signalisation
- ▶ \Rightarrow Localisation peu précise
- ▶ \Rightarrow Transfert de données retardé
- ▶ \Rightarrow Charge due au paging plus élevé
- ▶ cellule \leq RA (Routing Area) \leq LA (Location Area)

Quand le MS est actif mise à jour à chaque changement de cellule (comme en GSM en mode connecté)

- ▶ MS est dit en "état Ready"
- ▶ OK si la MS bouge peu et reçoit bcp de données
- ▶ \Rightarrow Localisation précise
- ▶ \Rightarrow Pas de paging
- ▶ \Rightarrow Transfert de données rapide
- ▶ \Rightarrow capacité perdue pour la signalisation
- ▶ \Rightarrow batterie pas OK (mises à jour fréquentes)

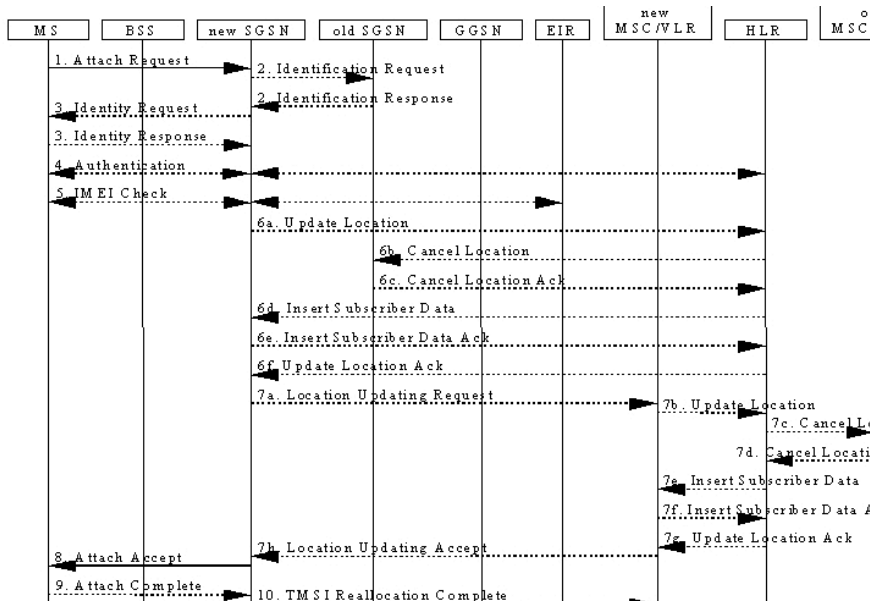


MM State Model of MS

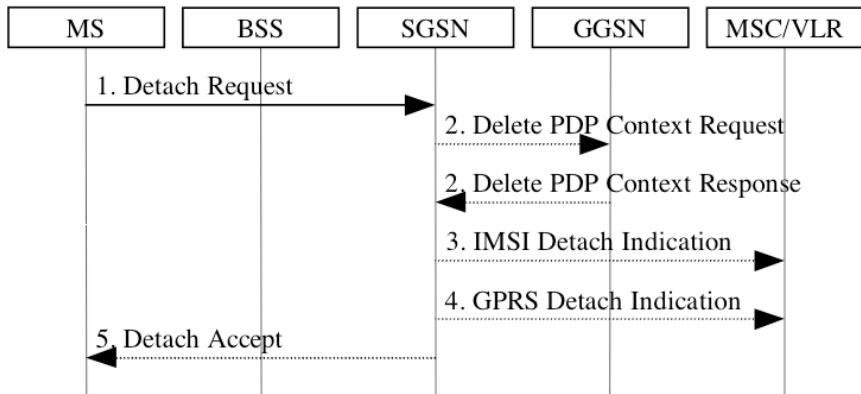


MM State Model of SGSN

- ▶ Informer le réseau que la MS veut être active
- ▶ Le réseau vérifie l'identité de la MS
- ▶ Le SGSN charge l'info sur le MS depuis la HLR (si nécessaire)
- ▶ Mise à jour de la MSC/VLR (si connexion IMSI, c'est-à-dire voix/circuit)

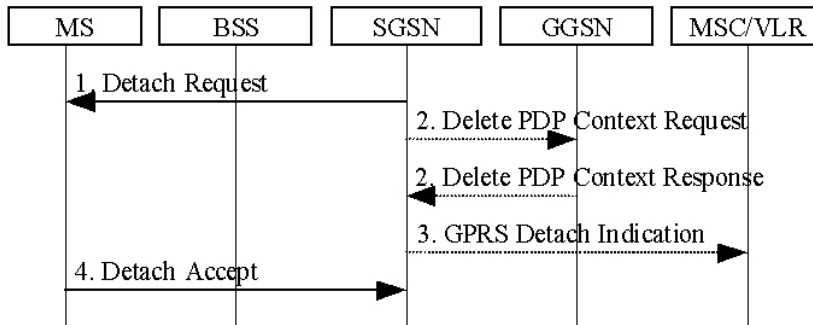


- ▶ la MS informe le réseau
- ▶ Le réseau libère tous les contextes
- ▶ La localisation n'est plus mise à jour
- ▶ La MS n'envoie plus de contexte au réseau
- ▶ Plus de transfert de données de/vers le MS

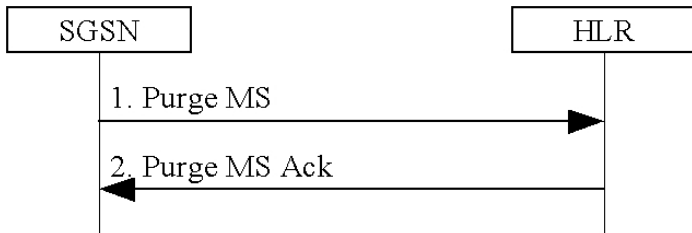




- ▶ MS mauvais élève
- ▶ Congestion
- ▶ Immediate Service Termination (IST) ... mauvais payeur
- ▶ Rechargement de paramètres
- ▶ ...



MS purge : lien entre réseau maison et réseau visité



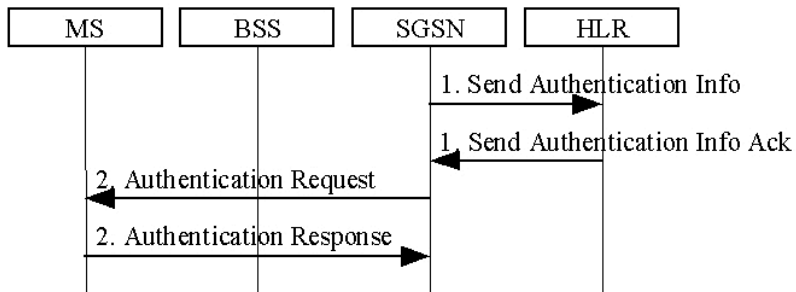
- ▶ Authentication
- ▶ Signature P-TMSI (Packet Temporary MS Identity)
- ▶ Réallocation de P-TMSI
- ▶ Portée de l'encryption

Authentification

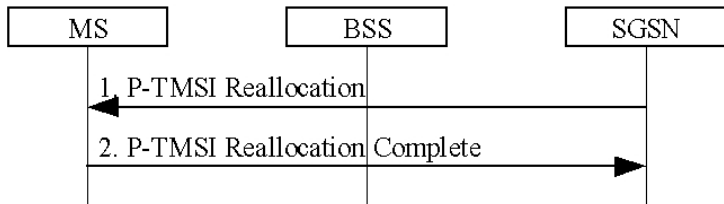
Objectifs

- ▶ Le réseau veut vérifier l'identité de la MS
- ▶ Le réseau alloue une identité temporaire au MS
- ▶ En même temps, une clé de cryptage est générée dans la MS (le réseau a déjà cette clé)

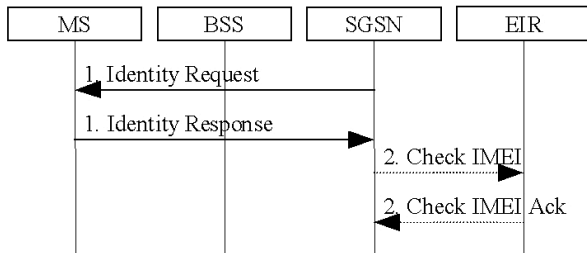
Authentication



Réallocation P-TMSI



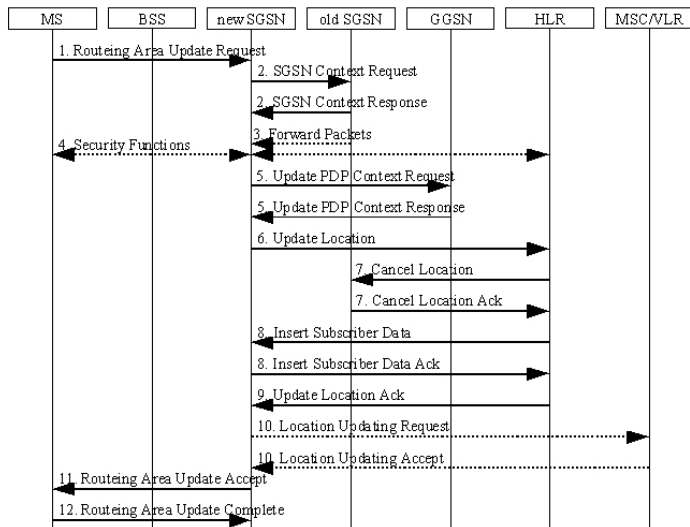
Vérification d'identité



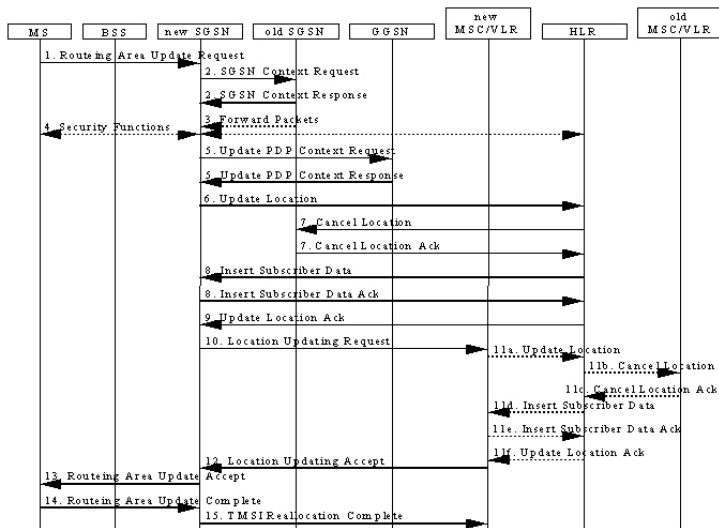
Fonctions de localisation

- ▶ Sélection de cellule et de PLMN (opérateur)
- ▶ Connaissance de Routing Area (standby) et cellule (ready)
- ▶ Mise à jour de Routing Area, Location Area et cellule
- ▶ Fonctionnement :
 - ▶ la MS choisit la nouvelle cellule
 - ▶ MS compare avec l'ancienne
 - ▶ si même RA *Rightarrow* màj de cellule
 - ▶ si pas même RA *Rightarrow* màj de cellule + RA
 - ▶ si pas même LA *Rightarrow* màj de cellule + RA + LA (si GSM)

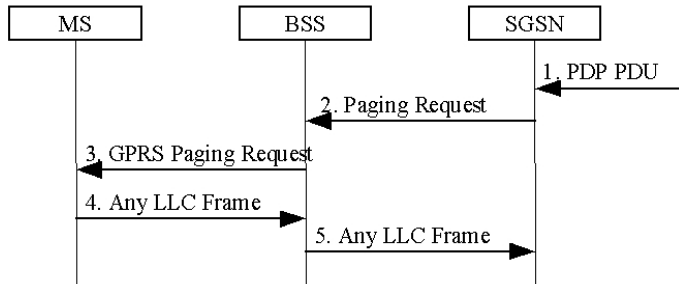
Mise à jour RA



Mise à jour RA+LA



Paging d'une MS GPRS



Adressage PDP

contexe PDP (Packet Data Network ?)

Adressage statique : le HPLMN assigne une adresse permanente

Adressage dynamique

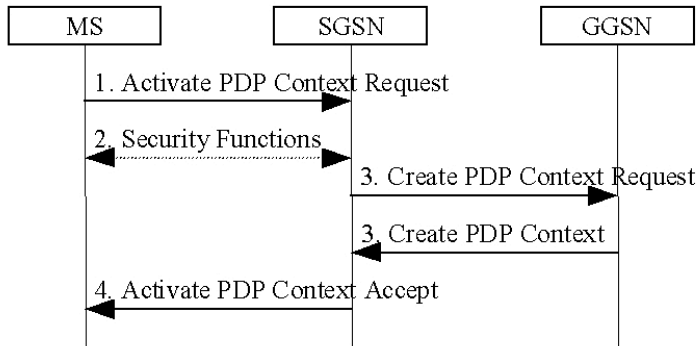
- ▶ le HPLMN assigne une adresse PDP quand le contexte est activé
- ▶ le VPLMN assigne une adresse PDP quand le contexte est activé

Décision du HPLMN

Activation de context PDP initié par le MS

- ▶ Le MS informe le réseau de la demande d'activation
 - ▶ Type de PDP
 - ▶ Adresse PDP
 - ▶ Paramètres QoS (qualité de service)
 - ▶ APN (Access Point Name : GGSN)
- ▶ SGSN vérifie les permissions du MS
- ▶ le SGSN sélectionne le GGSN (si pas indiqué)
- ▶ Négociation de QoS (MS / SGSN / GGSN)

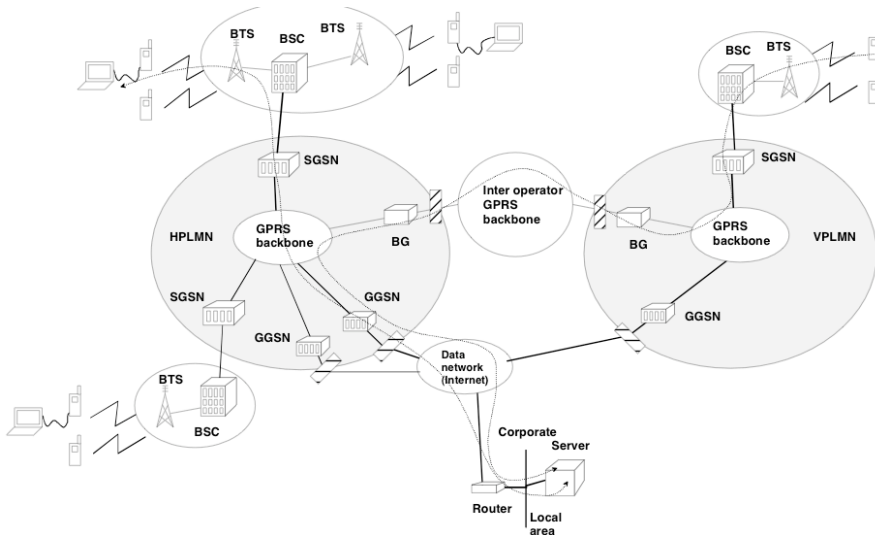
Activation de contexte PDP initié par le MS



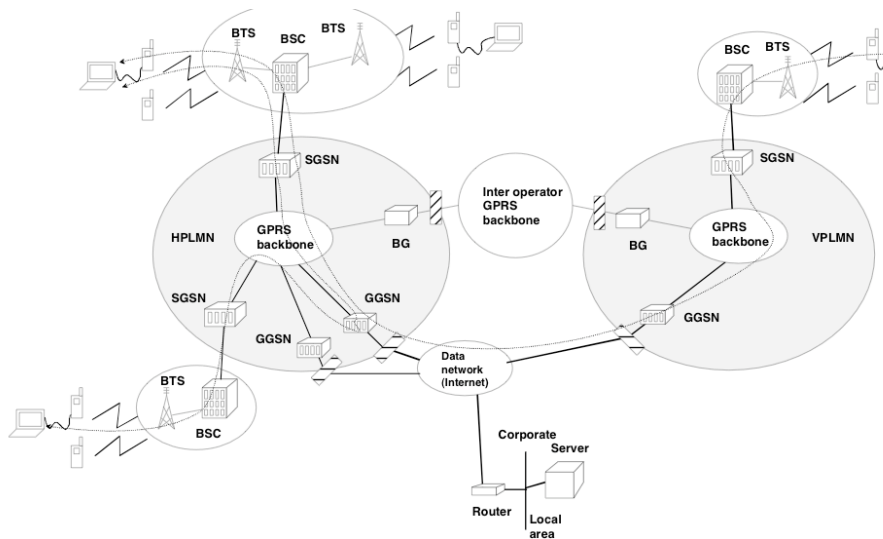
Autres actions sur le contexte PDP

- ▶ Activation par le réseau : rare et dangereux
- ▶ Modification de contexte (QoS)
- ▶ Desactivation du contexte (non utile/congestion ...) \Rightarrow plus de transfert

MS de/vers réseau fixe

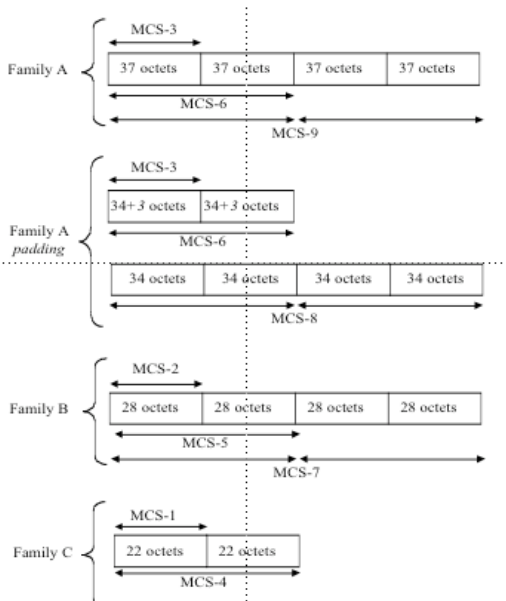


MS vers MS

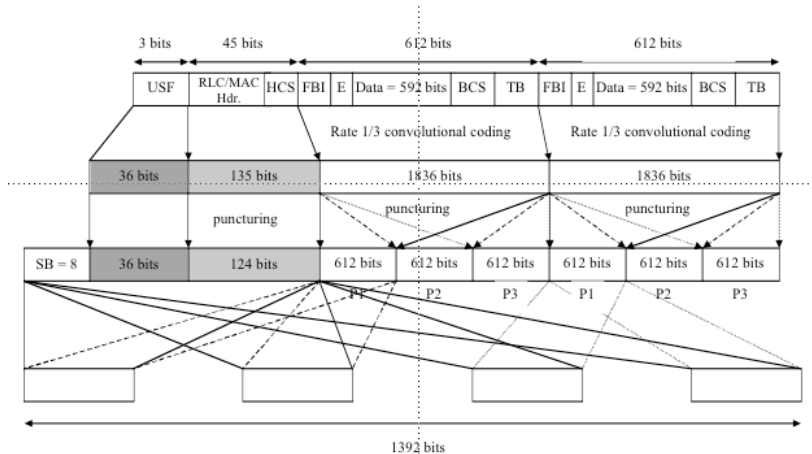


- ▶ Basé sur le GPRS
- ▶ Phase 1 : jusque 384 kbps
 - ▶ GMSK + PSK-8
 - ▶ de 8.2 a 59.2 kbps par slot
 - ▶ 4 type de codage
 - ▶ Nécessite des amplis linéaires ($< 3\text{dB PAPR}$)
- ▶ Phase 2 : Voice over IP

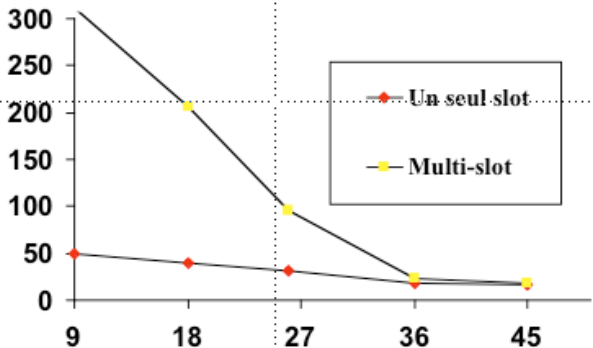
Scheme	Modulation	Maximum rate [kb/s]	Code Rate	Family
MCS-9	8PSK	59.2	1.0	A
MCS-8		54.4	0.92	A
MCS-7		44.8	0.76	B
MCS-6		29.6 / 27.2	0.49	A
MCS-5		22.4	0.37	B
MCS-4	GMSK	17.6	1.0	C
MCS-3		14.8 / 13.6	0.80	A
MCS-2		11.2	0.66	B
MCS-1		8.8	0.53	C



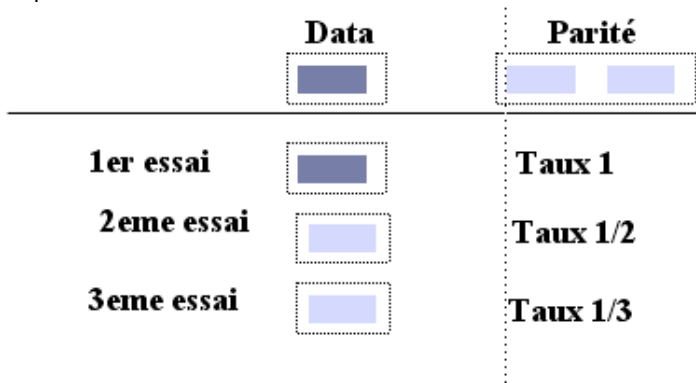
Ex : Famille A, MCS-9, 8PSK non codé, 2blocs/20 ms

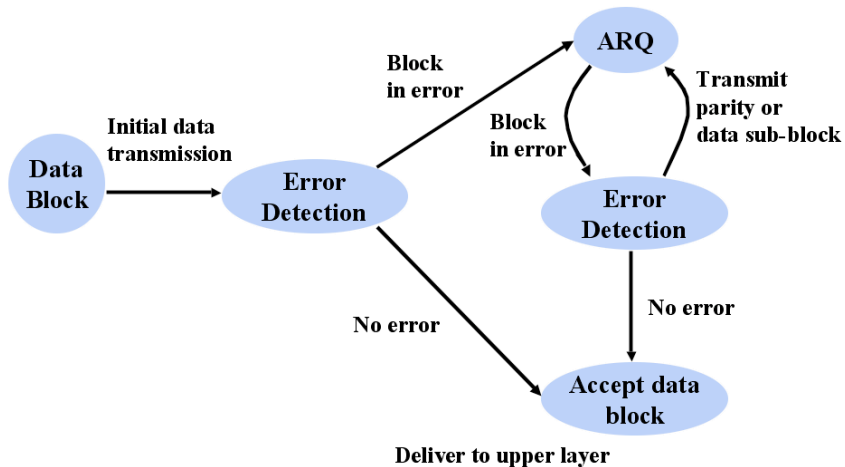


Débit moyen par utilisateur (kb/s)

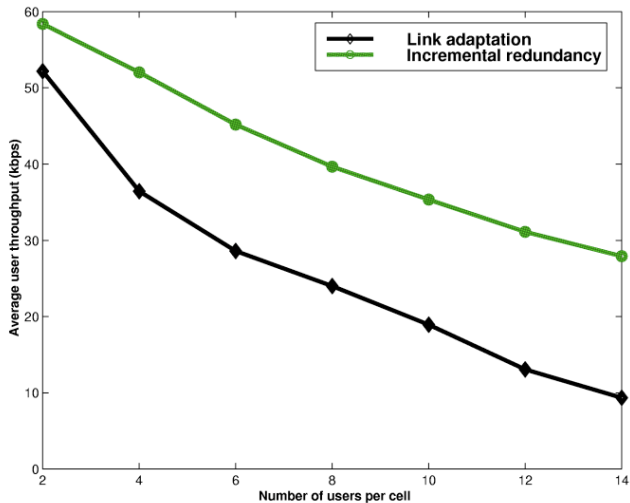


- ▶ Envoi de redondance uniquement si nécessaire
- ▶ ARQ dit de type II
- ▶ Exemple





Redondance incrémentale (RI)



Téléphonie Mobile de troisième génération

Cours 3 : UMTS

Architecture et Interface radio de l'UTRAN

Luc Deneire

Departement G.T.R.
Licence Professionnelle

Novembre 2004

UMTS Les origines, l'architecture, la norme
Pierre Lescuyer, deuxième édition
Dunod

La Nécessité de la 3G, plus qu'une course au débit

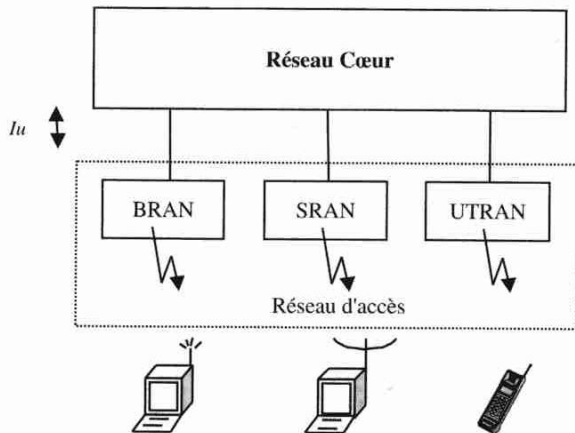
Nouveaux services vidéo, Internet, ...

Indépendance de la couche d'accès radio évolutivité

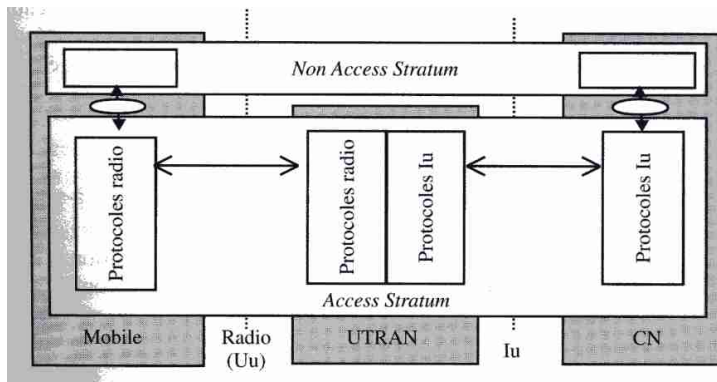
Strates

RAB : Radio Access Bearer

Réseau d'accès et réseau coeur



Découpage en strates



Découpage en strates

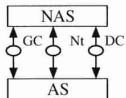
Access Stratum : fonctions liées au réseau d'accès

Non-Access Stratum : le reste

- ▶ Call Control (circuit)
- ▶ Session Management (paquet)
- ▶ Mobility Management (circuit)
- ▶ GPRS Mobility Management (paquet)

	Access Stratum	Non Access Stratum
Gestion de la signalisation d'appel		X
Authentification		X
Fonction de Handover	X	
Gestion des services supplémentaires		X
Gestion des ressources radio	X	
Chiffrement	X	(X)
Compression	X	(X)
Mécanismes de facturation		X

Liens entre AS et NAS



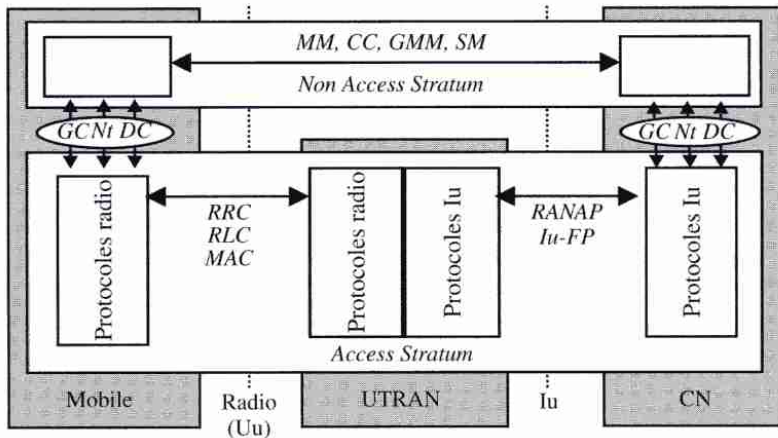
General Control SAP (Service Access Point) Services liés à la diffusion d'informations (météo, pub, config réseau, ...)

Notification SAP diffusion sur l'interface d'accès : paging, appel de groupe (non encore introduit)

dedicated control SAP Dédiés à un mobile

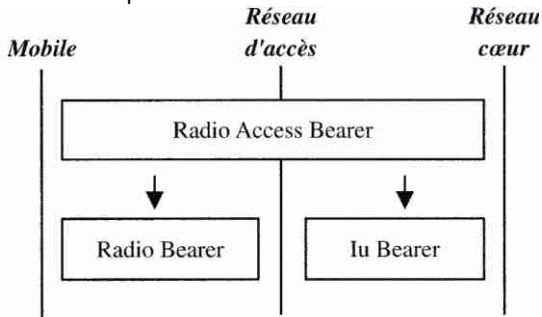
- ▶ Etablissement et libération de connexions de signalisation
- ▶ émission et réception de messages supportés par ces connexions (SMS, signaux MM, CC, PMM, SM)

Strates SAP et protocoles



Notion de RAB (Radio Access Bearer)

RAB : Vision que le NAS a du canal de communication



Attributs du RAB

- ▶ Classe de service (conversational, streaming, interactive, background)
- ▶ débit maximal
- ▶ débit garanti
- ▶ taille des SDU
- ▶ taux de SDU erronés
- ▶ taux d'erreurs résiduel
- ▶ délai de transfert
- ▶ priorité
- ▶ capacité de préemption, vulnérabilité à la préemption

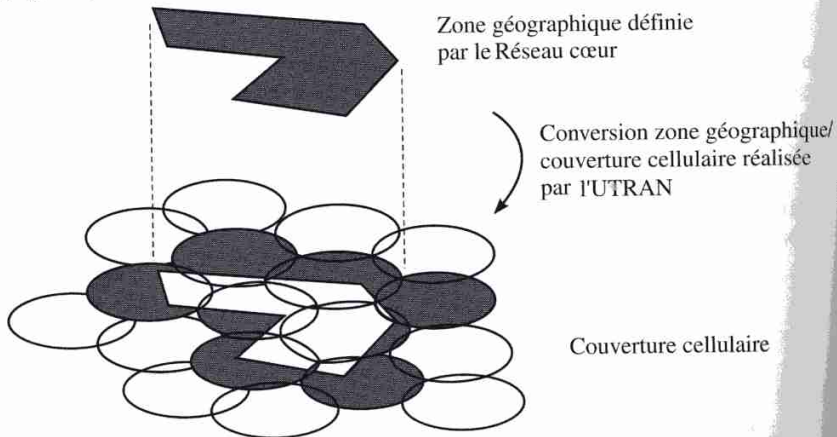
Fonctions de l'UTRAN selon les attributs du RAB

- ▶ Choix du codage de canal
- ▶ Dimensionnement des ressources radio
- ▶ Allocation du radio bearer et de l'lu bearer
- ▶ Configuration des protocoles radio

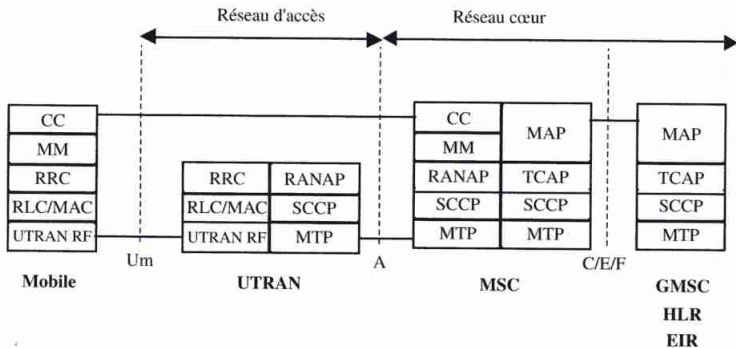
! Processus non décrit dans la norme

Zones géographiques

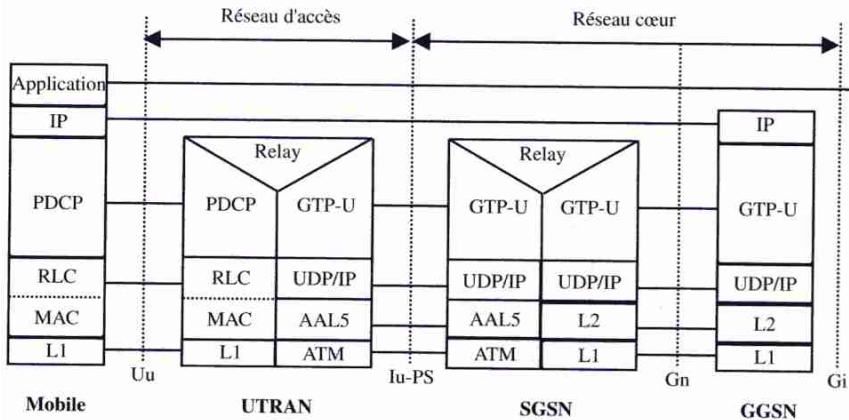
Service Area Broadcast basé sur les coordonnées GPS (pas les cellules)



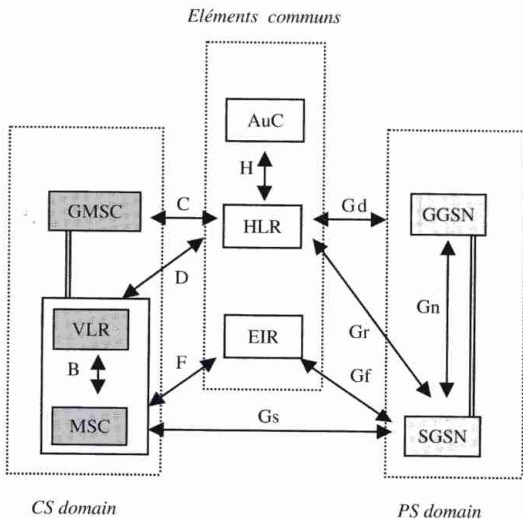
Architecture en couches / circuit



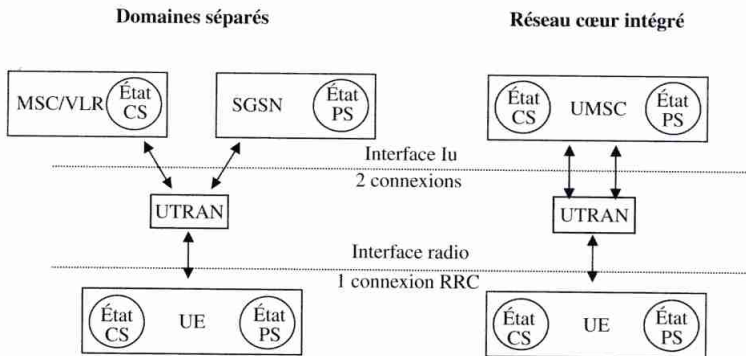
Architecture en couches / paquet



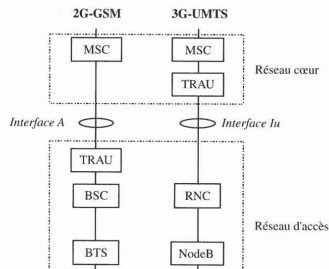
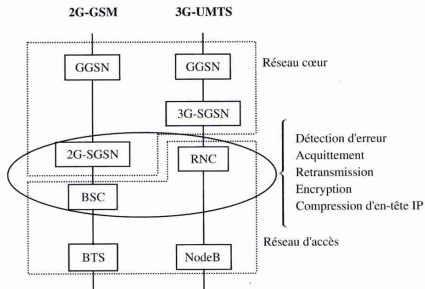
Notion de domaine



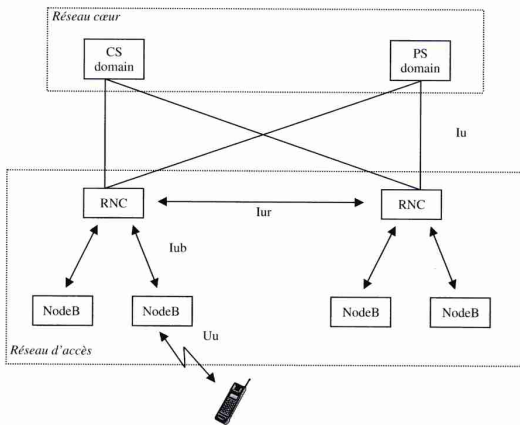
Notion de réseau cœur intégré



Fonctions de niveau 2 et transcodeur

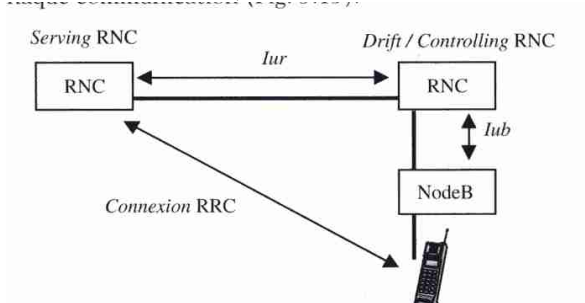


Le réseau d'accès



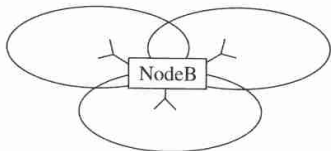
RNC : Radio Network Controller

Fonctions : relocation, macrodiversité

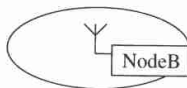


NodeB

plus ou moins BTS

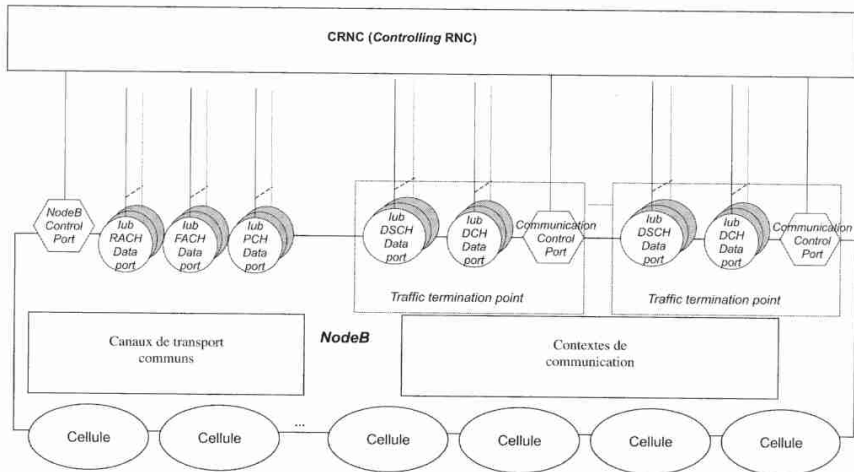


NodeB avec antennes sectorielles



NodeB avec antenne omnidirectionnelle

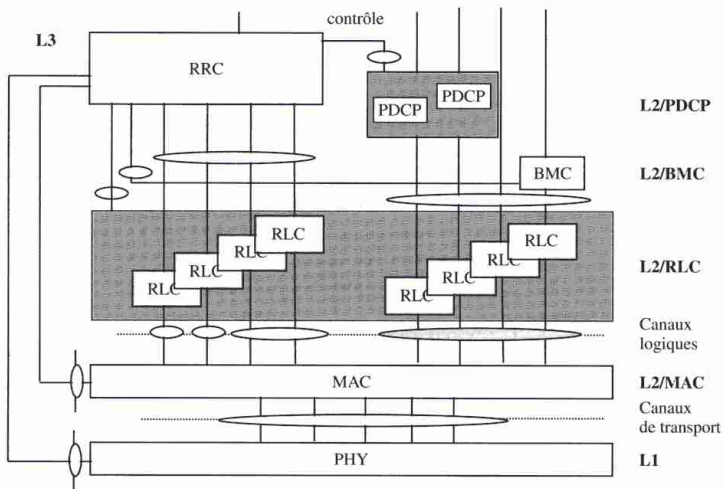
modèle logique du NodeB



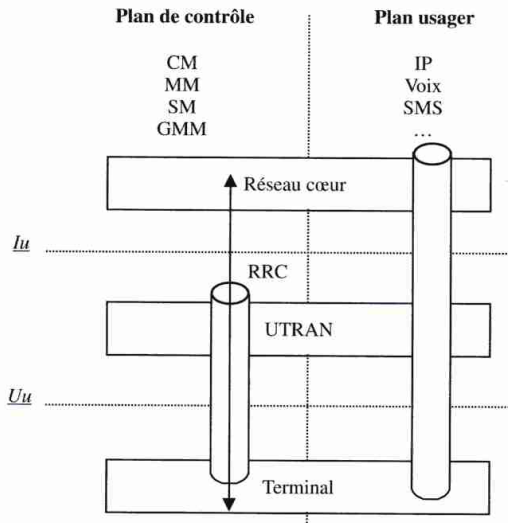


Rappels sur le FDD et le TDD

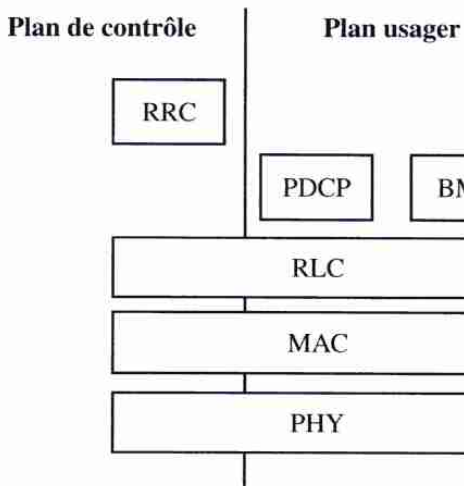
L'architecture en couches



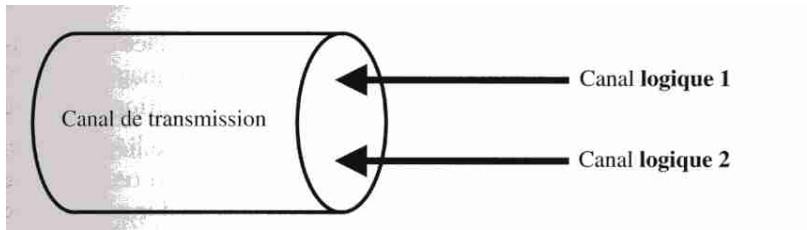
Plan de contrôle et plan usager



Couches suivant les plans de communication

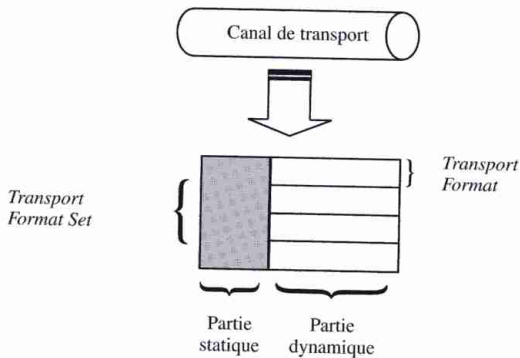


Les canaux logiques



Liste ...

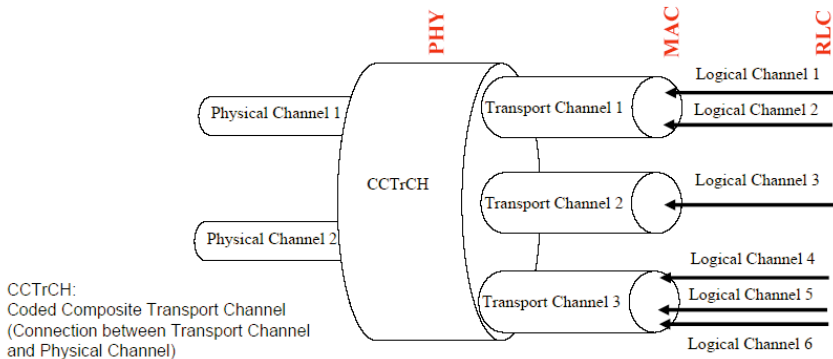
Les canaux de transport : format



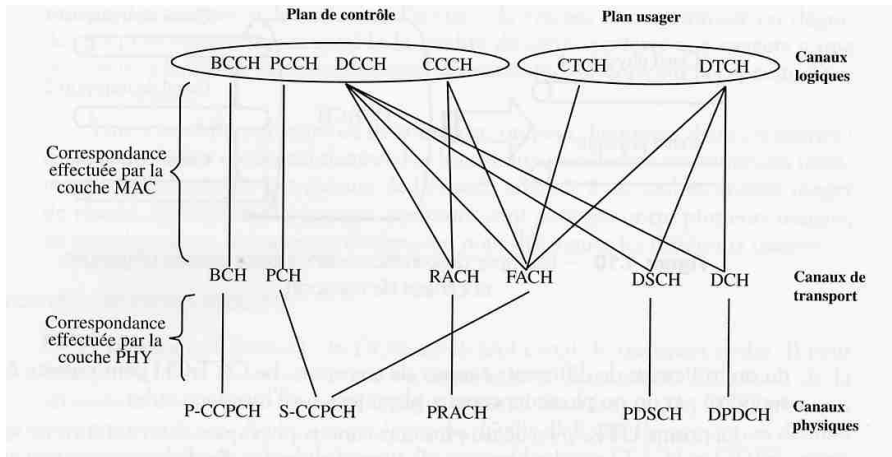
Liste ...

Les canaux physiques

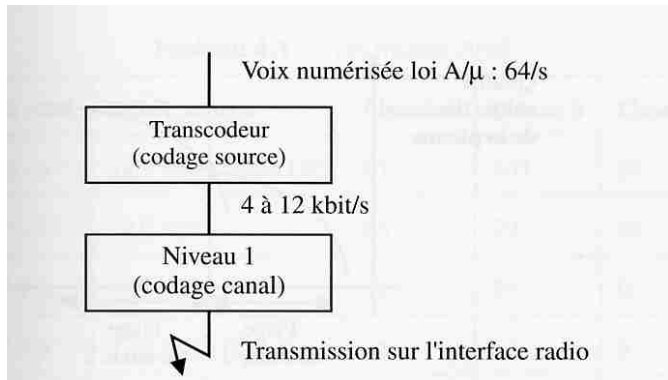
Liste ...



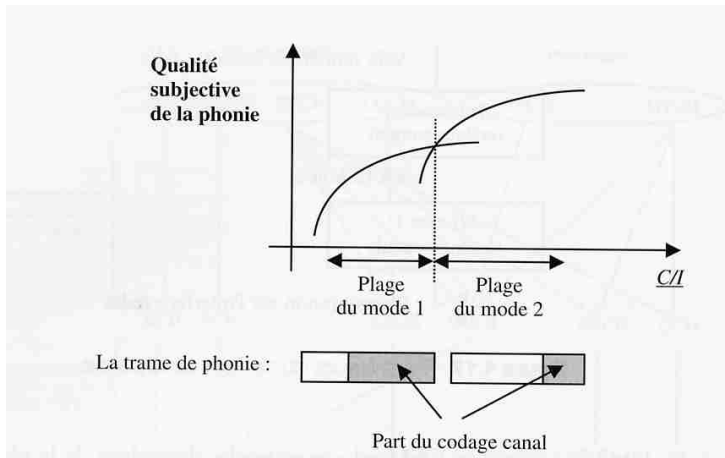
Correspondance entre les types de canal



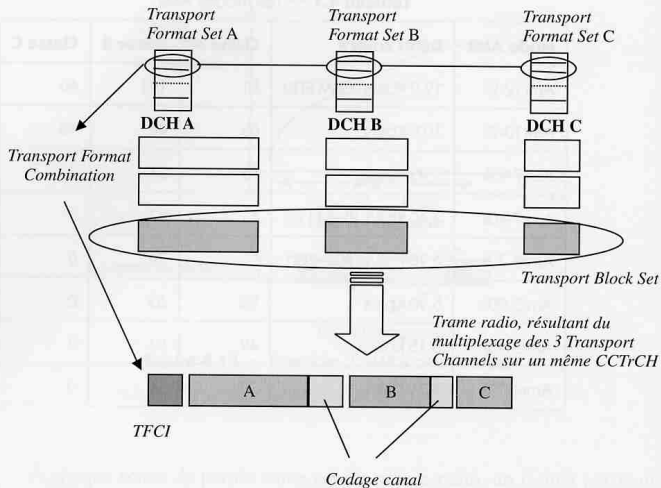
Etapes du codage de la parole



Exemple de codage AMR (Adaptive Multi-Rate) à deux modes



La voix sur les canaux transport



Modes AMR

Tableau 4.1 — Les modes AMR.

Mode AMR	Débit source	Classe A	Classe B	Classe C
Amr12-2k	12,2 Kbit/s (GSM EFR)	81	103	60
Amr10-2k	10,2 Kbit/s	65	99	40
Amr7-95k	7,95 Kbit/s	75	84	0
Amr7-40k	7,40 Kbit/s (IS-641)	61	87	0
Amr6-70k	6,70 Kbit/s (PDC-EFR)	55	79	0
Amr5-90k	5,90 Kbit/s	55	63	0
Amr5-15k	5,15 Kbit/s	49	54	0
Amr4-75k	4,75 Kbit/s	39	56	0

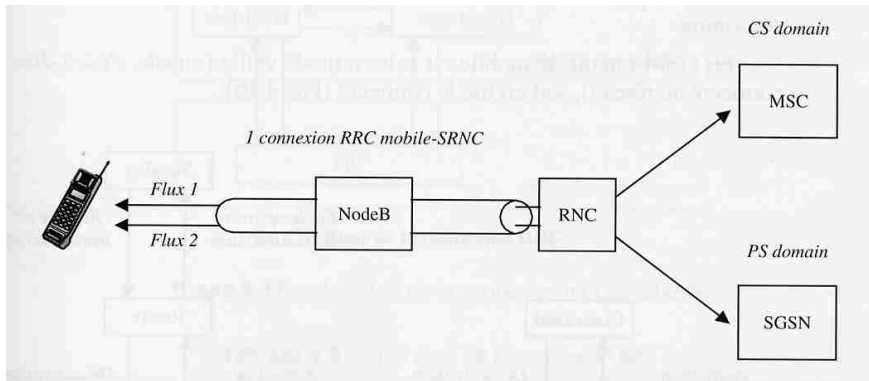
Exemple de TFS pour le transport de la voix

Tableau 4.2 — Exemple de TFS pour le transport de la phonie.

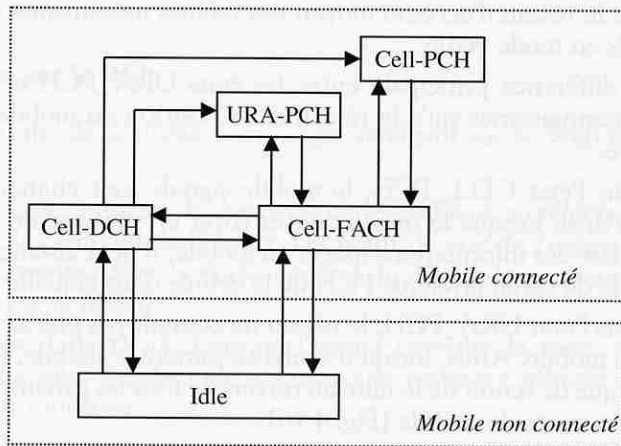
	Attributs	DCH A (Classe A)	DCH B (Classe B)	DCH C (Classe C)
Attributs dynamiques	<i>Transport Block Size</i>	81	103	60
		65	99	40
		75	84	0
		61	87	0
		55	79	0
		55	63	0
		49	54	0
		39	56	0
	<i>Transport Block Set Size</i>	Idem		
Attributs statiques	<i>Transmission Time Interval</i>	20 ms		
	Type de codage canal	Code convolutif		Aucun
	Taux de codage	1/3	1/2	
	Taille du CRC	8	0	0

La couche RRC

Une connexion RRC et deux connexions CN domain



États de la connexion mobile-UTRAN



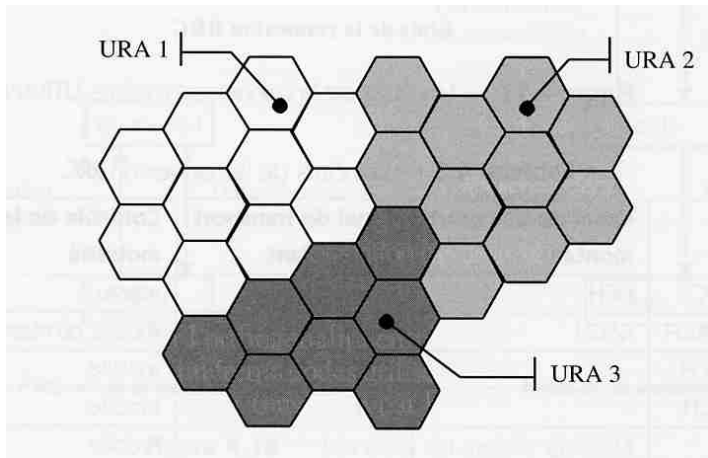
États de la connexion RRC

Etats de la connexion RRC

Tableau 4.3 — Les états de la connexion RRC.

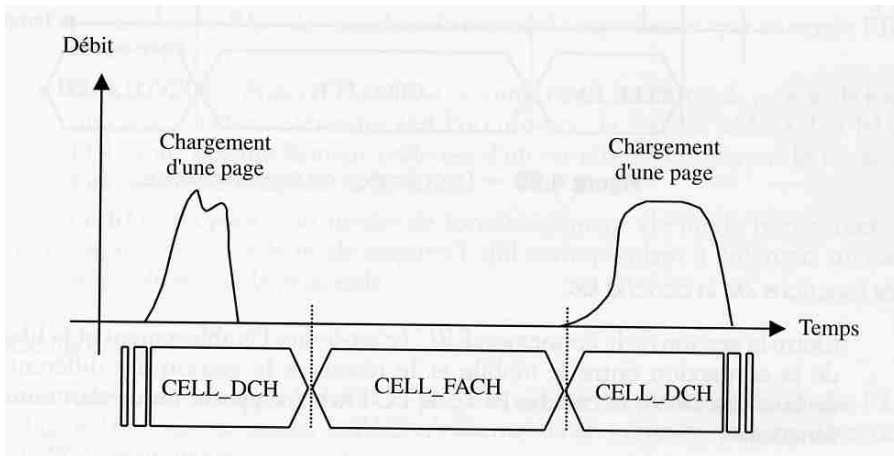
	Canal de transport montant	Canal de transport descendant	Contrôle de la mobilité	Niveau d'activité
CELL_DCH	DCH	DCH	réseau	+++
CELL_FACH	RACH	FACH	mobile ou réseau	++
CELL_PCH	-	PCH	mobile	+
URA_PCH	-	PCH	mobile	-
Idle	-	-	mobile	NS

URA et couverture cellulaire



Exemple d'état de connexion RRC

Navigation sur le Web





Le reste au tableau ...