



# La 3G : de L'UMTS au LTE

Pierre Roulet : [roulet@aist.enst.fr](mailto:roulet@aist.enst.fr)

# Sommaire

- ◆ Introduction à la 3G
- ◆ I Architecture générale des réseaux UMTS
- ◆ II L'UTRAN
- ◆ III Le WCDMA
- ◆ IV L'accès Stratum (AS)
- ◆ V La NAS
- ◆ VI L'évolution de l'UMTS
- ◆ Conclusion



# La 3G : de L'UMTS au LTE

## Introduction

# Les évolutions de la téléphonie mobile

- ◆ Années 70 : 1 G AMPS aux Etats-Unis ainsi qu'en Europe norme NMT (Nordic Mobile Telephone) ( basées sur la technologie FDMA autour de la bande 400Mhz)
- ◆ Années 90 : 2G explosion des normes numériques avec un rôle prépondérant de l'Europe et du GSM  
2.5 G Ajout de la transmission de données sous forme de paquet avec le GPRS  
3G Début des travaux de l'ITU sur la troisième génération.
- ◆ Années 2000 : 2.75 G augmentation du débit avec l'EDGE qui change essentiellement la modulation  
2.99 G Edge Evolution avec une nouvelle modulation (16/32/64 QAM) et des optimisations radios comme la réception sur 2 fréquences (Multi Carriers)  
3 G Fin du rêve d'universalité de l'IMT2000 avec 6 systèmes proposés pour la version terrestre

# Les technologies d'accès radio 3G terrestrial

Techno 3G	Nom de l'IMT2000
UTRA FDD	IMT2000 CDMA Direct spread
UTRA TDD TD/SCDMA	IMT2000 CDMA TDD
CDMA 2000	IMT2000 CDMA Multi carrier
UWC 136	IMT2000 CDMA single carrier
DECT	IMT2000 FDMA/TDMA

## Caractérisations et Répartition des normes IMT2000 dans le monde

	UTRA FDD	UTRA TDD	CDMA2000	UWC136
Technos d'accès	WCDMA	TDMA/CDMA	CDMA (VM) MC CDMA (VD)	TDMA
Régions/pays	Europe/Japon/ Amérique	Chine essentiellement	Corée du Sud Japon, Chine, Amérique	Amérique
Sites avec les specs	<a href="http://www.3gpp.org">http://www.3gpp.org</a>	<a href="http://www.3gpp.org">http://www.3gpp.org</a>	<a href="http://www.tiaonline.org/standards">http://www.tiaonline.org/standards</a>	<a href="http://www.tiaonline.org/standards">http://www.tiaonline.org/standards</a>
Synchro Base Ms	Asynchrone/Synchrone	Synchrone	Synchrone	Asynchrone
Durée d'une trame	10ms	10ms	5,10,20,26,66,40,80	136+:40 Ms 136 HS 4.615
Modulation	BPSK(VM) QPSK(VD)	QPSK	BPSK,QPSK,8PSK, 16QAM	GMSK,BOQAM,QOAM,DQPSK

# Caractéristiques de l'IMT2000

- ◆ Service haut débit avec au moins 144 Kbits/s dans tout types d'environnement et 2Mbits/s en environnement intérieur
- ◆ Service symétrique et asymétrique
- ◆ Service utilisant la technique de commutation de circuit et celle de commutation de paquet
- ◆ Service voix avec des qualités subjectives identiques aux réseaux cablés
- ◆ Capacités et efficacités spectrales supérieures aux systèmes 2G
- ◆ Gestion de la qualité de services (QOS) pour des services multimédia
- ◆ Interopérabilité avec les systèmes 2G et entre systèmes 3G

# Les organismes de standardisation

- ◆ ETSI : organisme de standardisation européen à l'origine du GSM , GPRS, DECT, et l' EDGE. Il a eu la volonté de lancer l'UMTS en le gardant compatible avec le GSM et ses évolutions.(<http://www.etsi.fr>)
- ◆ 3GPP : Organisme de travail sous l'égide de l'ETSI regroupant aussi ses homologues Américain, Japonais et Chinois et qui a comme mission de travailler sur les normes de la 3G et ses futures évolutions (<http://www.3gpp.org>)



# Organisation des recommandations 3GPP

Sujet de la recommandation	3G/GSM Release 99 ou plus	GSM release 4 et plus	GSM avant la release 4
Description générale			00
Requirement	21	41	01
Services aspect	22	42	02
Réalisation technique	23	43	03
Protocole de signalisation(L3) Ms vers Réseau	24	44	04
Radio aspect	25	45	05
Codecs	26	46	06
Data	27	(pas de série 47)	07
Protocole de signalisation(L3) Rss vers CN	28	48	08
Protocole de signalisation(L3) intra réseau	29	49	09
Programme Management	30	50	10
SIM/Usim requirements et test	31	51	11
OAM&P and chargin	32	52	12
Access requirement		Série 13 spécifique à l'ETSI	Série 13 spécifique à l'ETSI
Aspect sécurité	33	Inclus dans d autres normes	Inclus dans d autres normes
Test de la SIM/USIM	34	Inclus dans d autres normes	11
Algorithmes de sécurité	35	55	Non publié
Évolution de l'UTRA	36		

# Définition de l'UMTS

- ◆ Système cellulaire de 3G faisant partie de l'IMT2000
- ◆ Les spécifications sont faites au sein du 3GPP
- ◆ Le système d'accès radio est basé sur l'UTRAN(Universal Terrestrial Access Network).
- ◆ Cœur de réseau basé sur celui du GSM Phase 2+ jusqu'à la release 4 puis des évolutions plus marquées ont été introduites notamment en Release 5
- ◆ L'UTRAN est basée sur le CDMA Large Bande avec 2 variantes le FDD et le TDD

# Rappels Historiques sur la naissance de l'UMTS

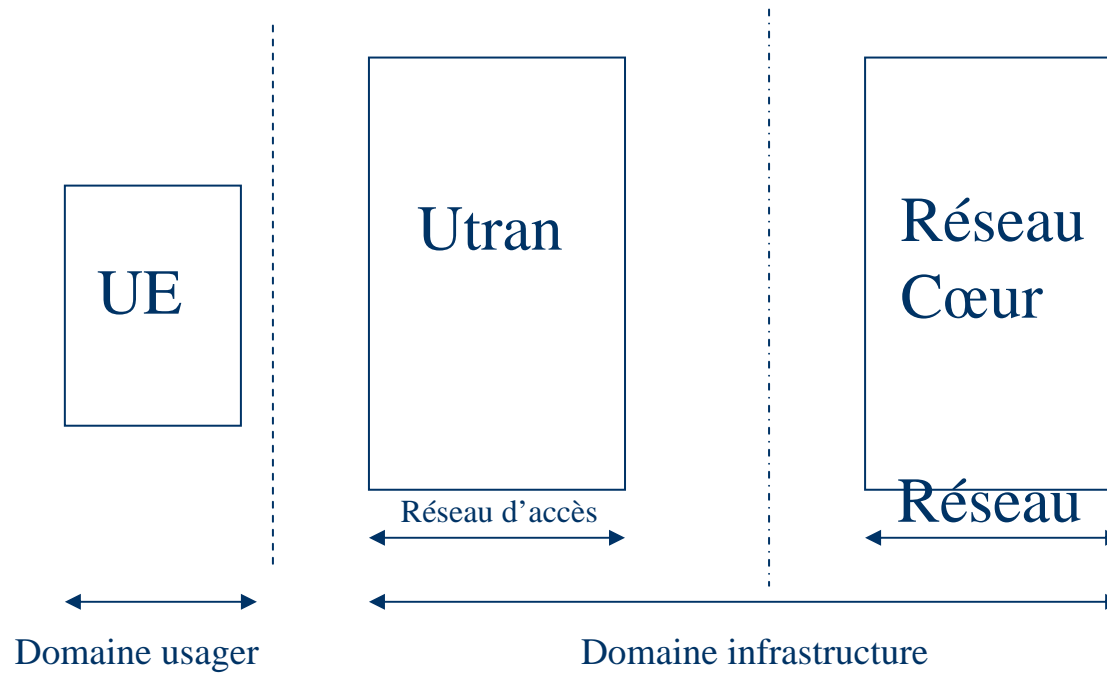
- ◆ 1992: Attribution de la bande de 230 Mhz autour du 2GHz pour la troisième génération
- ◆ 1987/1995 Projets Européens Race1 et Race2, premières études européennes sur la 3G
- ◆ 1995/1999 Projets Européens Act/Frame axés sur 2 techniques d'accès radio FMA1 et FMA2 précurseurs du Mode TDD et FDD
- ◆ 1996 Création au sein de l'ETSI du SMG2 groupe spécialisé sur l'étude de la 3 G
- ◆ Juin 1998 l'ITU reçoit 10 technologies candidates pour l'IMT2000
- ◆ Octobre 1998 6 technologies sont retenues pour la version terrestre dont le TDD et le FDD
- ◆ Décembre 1998 création du 3GPP pour faire évoluer les normes de la 3G tout en restant compatible avec le GSM
- ◆ Mars 1999 Les premières licences sont attribuées en Finlande
- ◆ 2001/2002 Ouverture des réseaux de tests dans l'île de Man et Monaco
- ◆ Octobre 2001 NTT Docomo ouvre le bal des ouvertures commerciales au Japon avec la version 99 de l'UMTS
- ◆ 3 Mars 2003 L'Angleterre et l'Italie font les premières ouvertures de réseaux 3G



# La 3G : de L'UMTS au LTE

## I L'architecture générale des réseaux UMTS

# Vue d'ensemble d'un réseau UMTS



# Equipement Usager (UE)

- ◆ Terme générique pouvant s'appliquer à tout terminal mobile 3G
- ◆ Permet à l'utilisateur d'avoir accès à l'infrastructure par l'intermédiaire de l'UTRAN
- ◆ On distingue toutefois
  - le ME (Mobile Equipment) et
  - la USIM module de gestion de l'identité

# Equipement Mobile

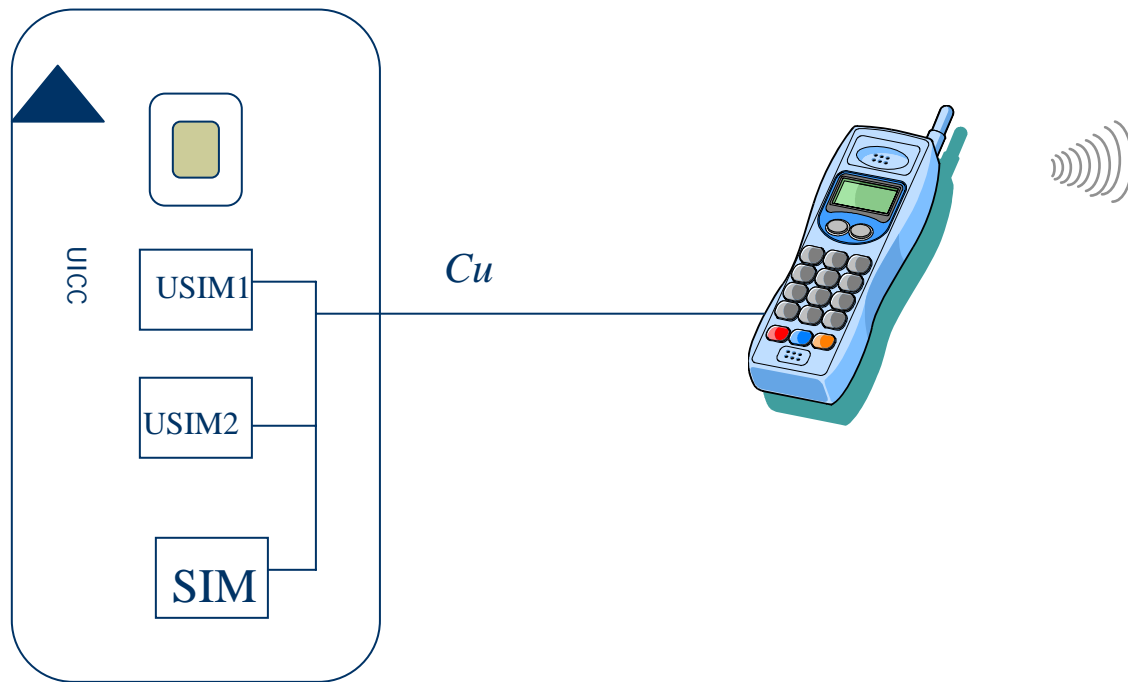
- ◆ TE : partie de l'équipement mobile qui gère l'application ex La visiophonie
- ◆ MT : permet d'avoir un échange fiable avec le cœur réseau , essentiellement la NAS et l'AS qui seront développés plus tard

## USIM: définition

- ◆ Carte à Puce ou UICC
- ◆ Plusieurs USIM ou SIM peuvent cohabiter sur la même UICC
- ◆ Interface CU avec le MT ou le ME



# USIM: vue générale



## USIM: contenue

Dans une USIM on trouvera classiquement

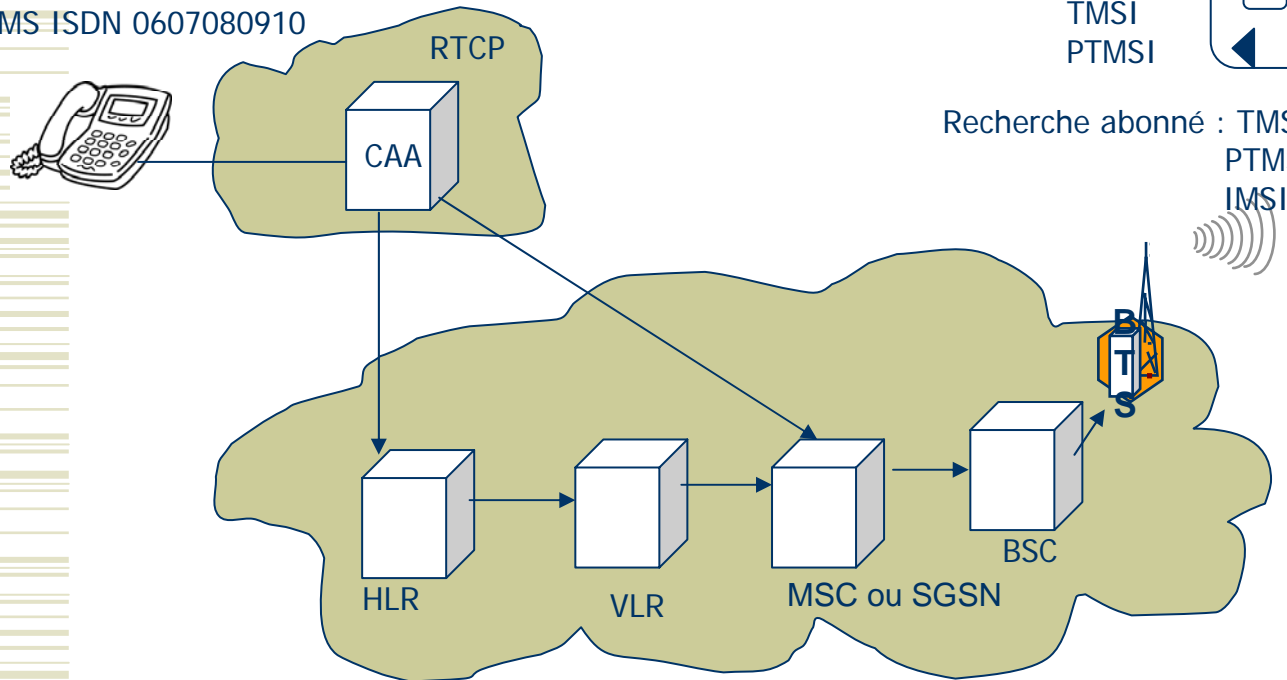
- ◆ Code Pin ou procédure d'identification
- ◆ La ou les Langues à utiliser
- ◆ Répertoire des applications
- ◆ IMSI/MSISDN
- ◆ Le ou Les identifiants temporaires
- ◆ Les clefs de chiffrages
- ◆ Codes d'urgence
- ◆ Messages courts (SMS, MMS)
- ◆ Dernières données de localisation du ME
- ◆ Réseaux Autorisés et préférences d'accès
- ◆ Porteuses d'une cellule

# Les différents identifiants de l'UMTS

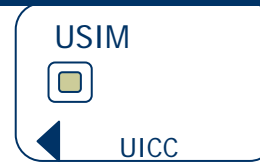
- ◆ IMSI : permet d'identifier l'utilisateur dans le réseau
- ◆ MSISDN : numéro de téléphone de l'utilisateur s'inscrivant dans le plan
- ◆ TMSI : identifiant temporaire du mode circuit
- ◆ PTMSI : identifiant temporaire du mode paquet
- ◆ IMEI : identifiant du terminal (peux être obtenu avec #06#)

# Les différents identifiants de l'UMTS vue générale

Numérotation demandée  
MS ISDN 0607080910



IMSI  
TMSI  
PTMSI



Recherche abonné : TMSI 890  
PTMSI 732  
IMSI



Equipement  
IMEI  
9876543

MS\_ISDN 0607080910 → IMSI 123456

IMSI 123456 → TMSI 890 ou PTMSI 732



# Classement des terminaux UMTS



- ◆ En fonction de la puissance d'émission
- ◆ En fonction de l'interopérabilité avec la 2G
- ◆ De la capacité de débit

## Classe des UE UMTS en fonction de la puissance

Classe	Puissance Max FDD	Puissance Max TDD
1	+33dBm (2W)	+30dBm (1W)
2	+27dBm(0.5 W)	+24dBm(0.25W)
3	+24dBm(0.25 W)	+21dBm(0.126W)
4	+21dBm(0.126W)	+10dBm(0.01W)

## Type des UE UMTS en fonction de l'interopérabilité avec la 2G

Type 1	Nous sommes soit en 2G soit en 3G mais si un mode est sélectionné l'autre radio est inactive
Type 2	On peut faire des mesures radio sur les 2 modes, le basculement est automatique mais on ne peut pas recevoir dans les 2 modes
Type 3	Type 2 + réception sur les 2 modes en même temps
Type 4	Type 3 + émission sur les 2 mode en même temps

## Type de classe UE UMTS en fonction du débit

	Classe 32 Kbits/s	Classe 64 Kbits/s	Classe 128 Kbits/s	Classe 768 Kbits/s	Classe 2048 Kbits/s
Voie descendante (en Kbits/s)	32	64	128	768	2048
Voie Montante (en Kbits/s)	32	64	128	768	



# Influence du débit sur la qualité



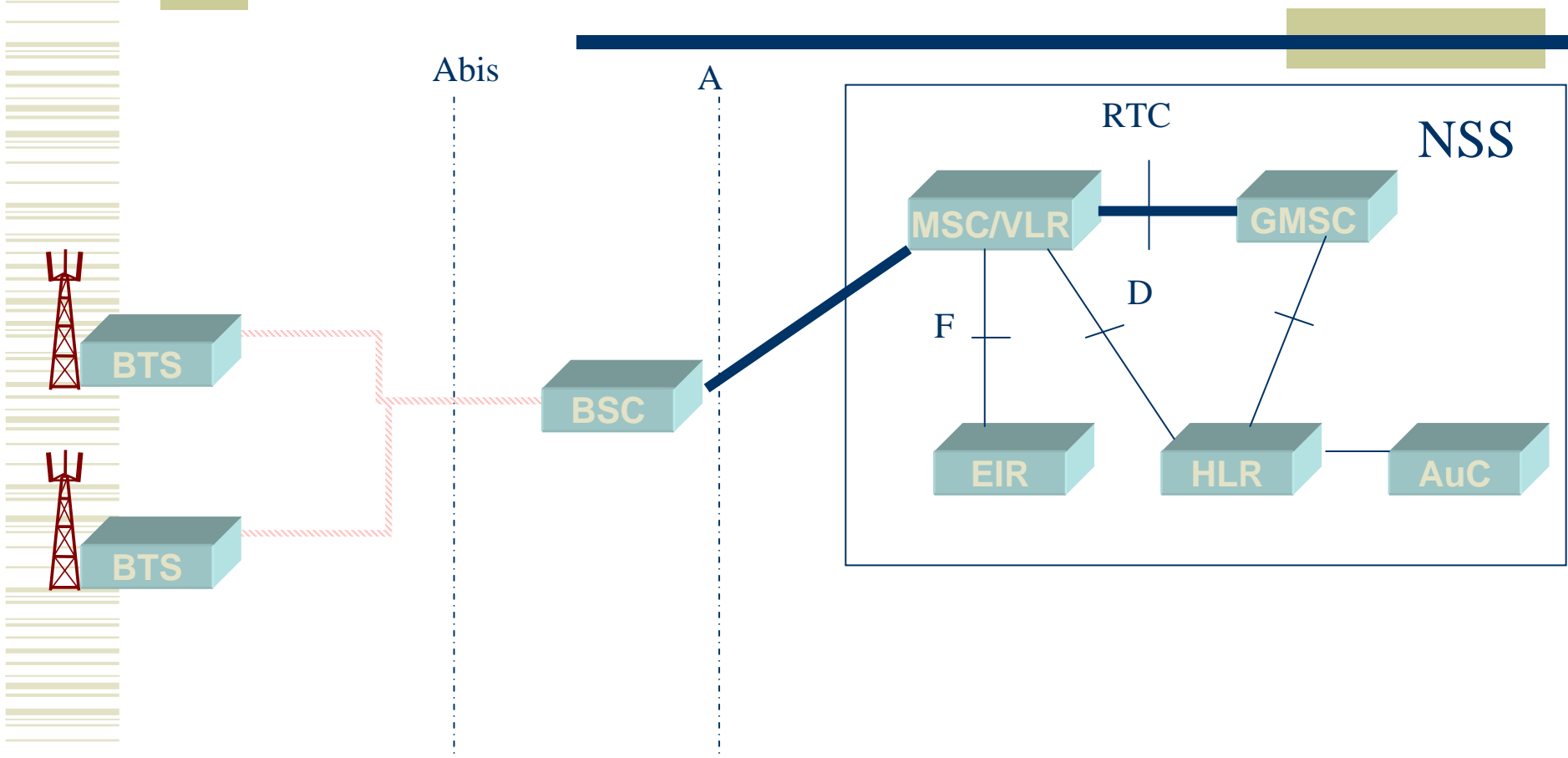


# Domaine infrastructure

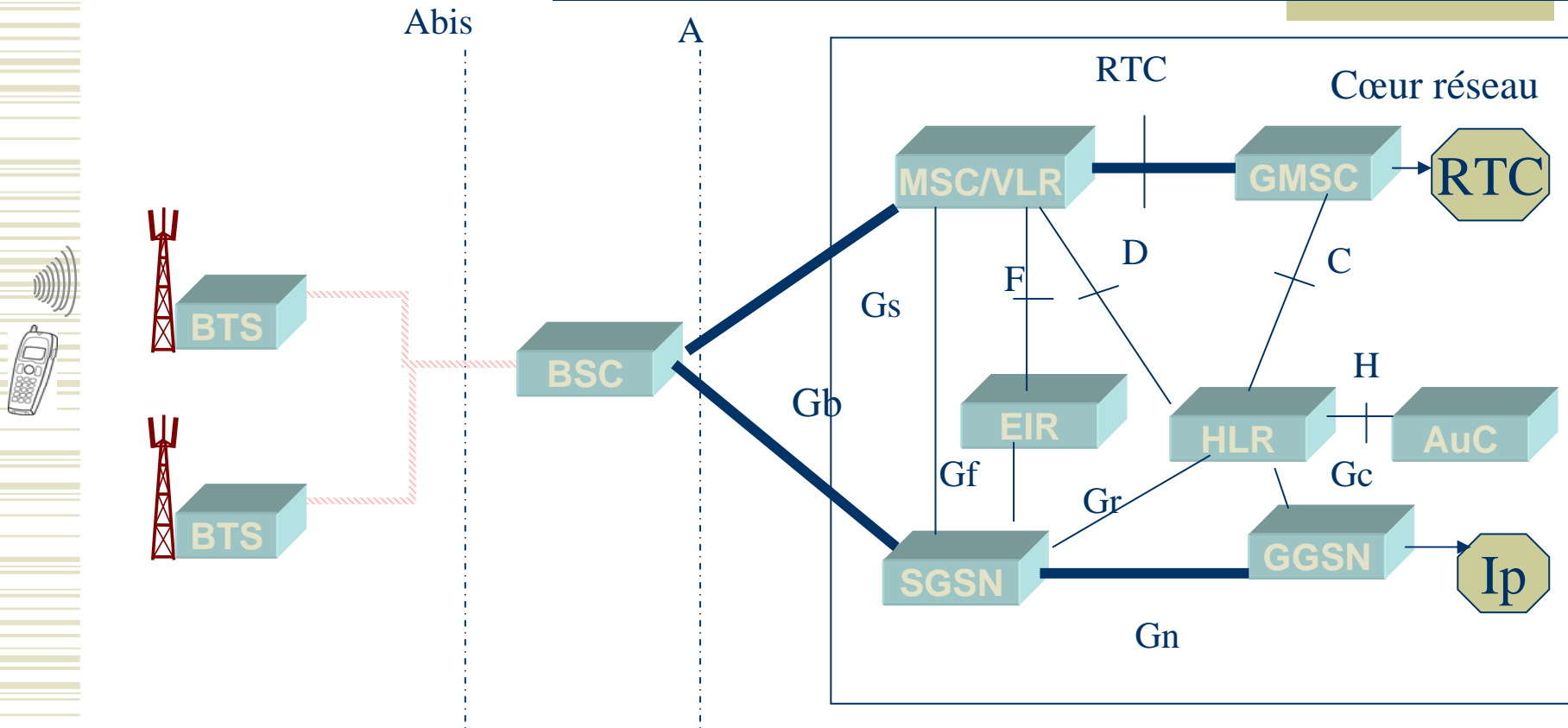


- ◆ UTRAN
- ◆ Le Cœur réseau

# Architecture simplifiée réseau 2G



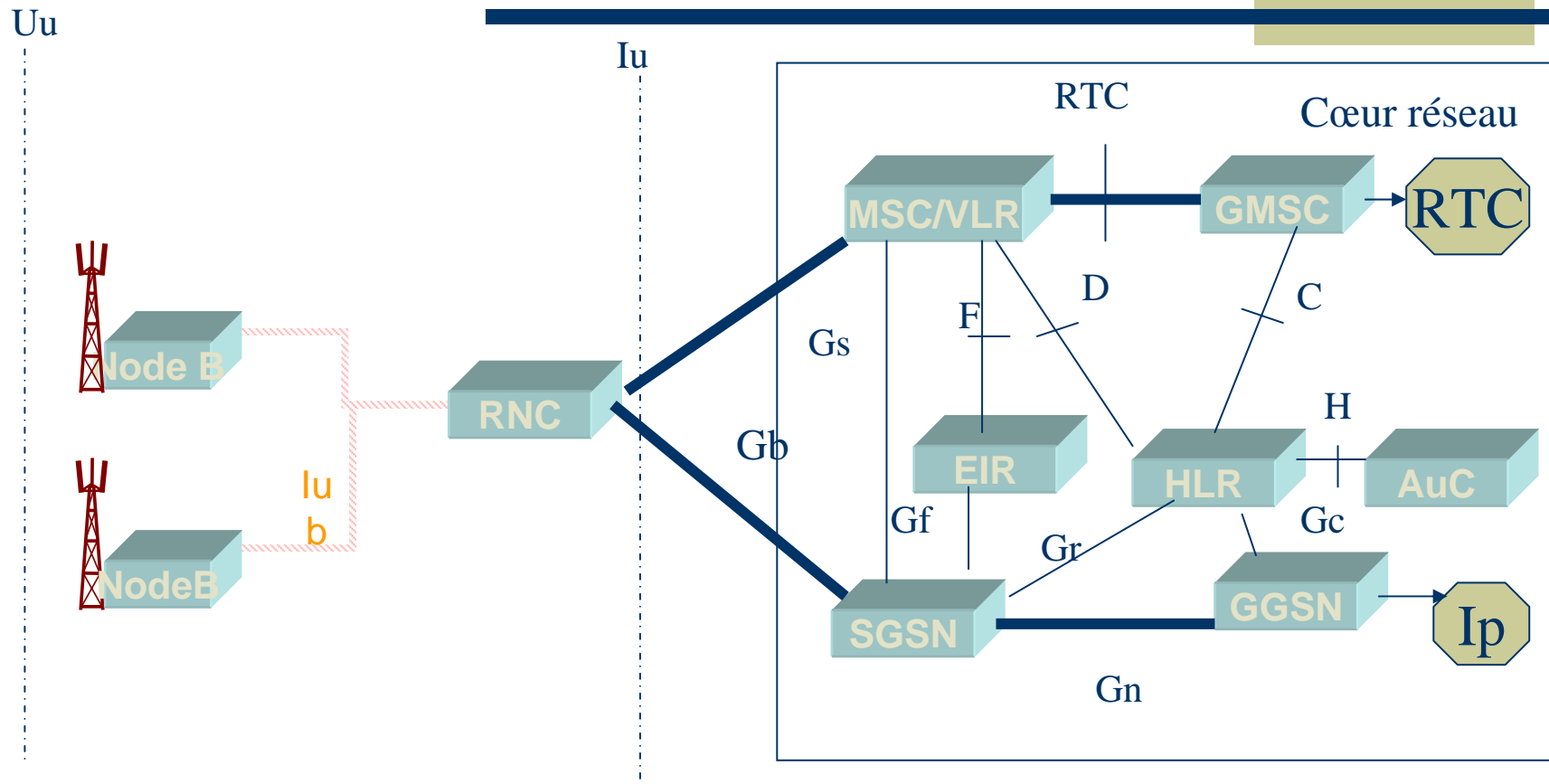
# Architecture simplifiée réseau 2G +



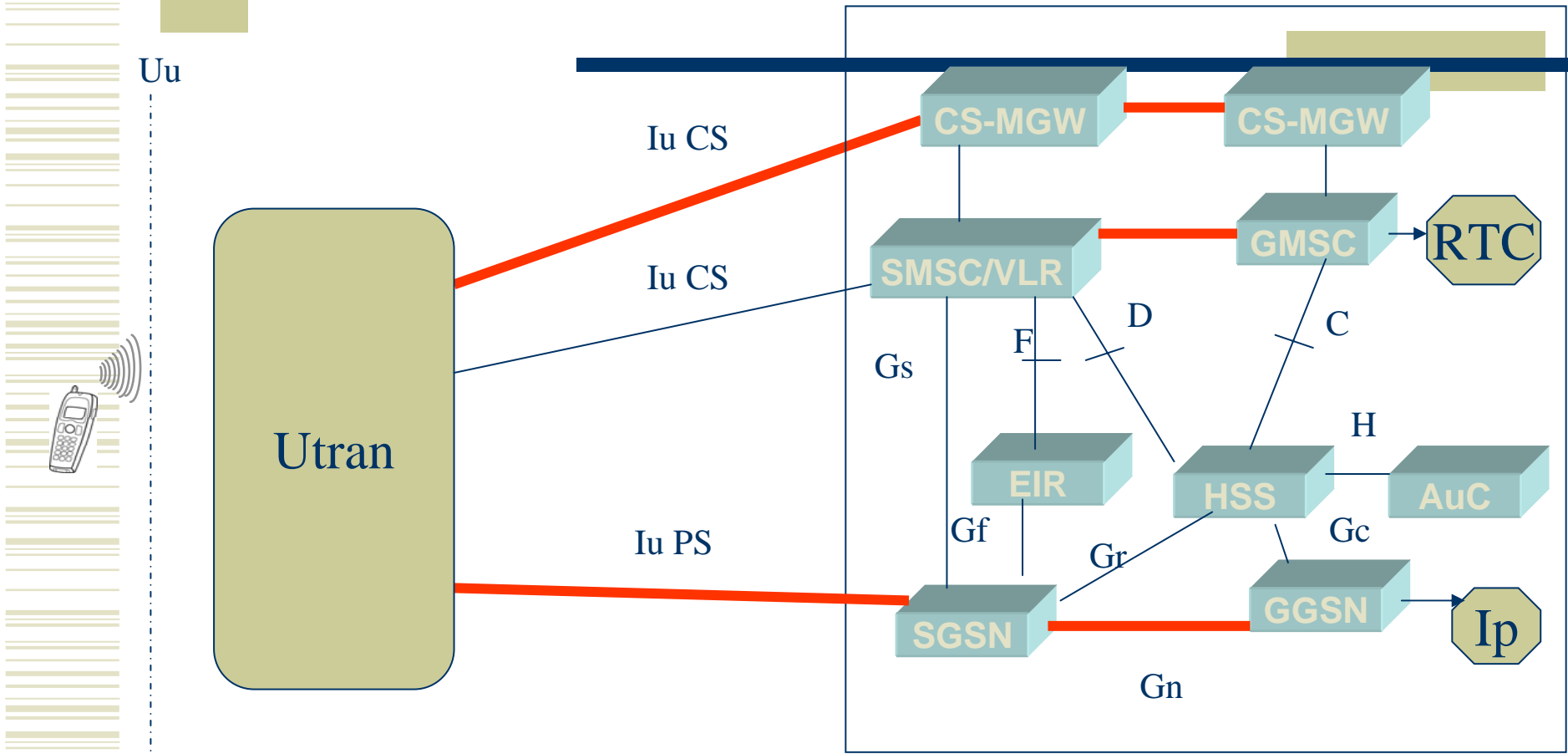
# Description des entités d'un réseau 2G

- ◆ **MSC :**
  - Traitement d'appels
  - Gestion des ressources radio
    - Mise a jour des bases VLR/HLR
    - Recherche radio d'un abonné
    - Gestion du « Handover »
  - Fonction passerelle « Gateway » pour les appels arrivés
  
- ◆ **HLR : Base de données de référence (pour une région)**  
Stocke : Identité , Num annuaire,  
services souscrit +localisation grossière (VLR)
- ◆ **VLR : Base de donnée locale(associée à 1 ou plusieurs MSC)**
- ◆ **AuC : Base de donnée de sécurité, génération des clefs et authentification**
- ◆ **GMSC : Gateway MSC gestion de l'interface entre le réseau RTC et le réseau GSM**
- ◆ **SGSN : Routeur relié à un ou plusieurs BSS**
- ◆ **GGSN : Nœud passerelle GPRS sert de routeur entre le GPRS et les autres réseaux**

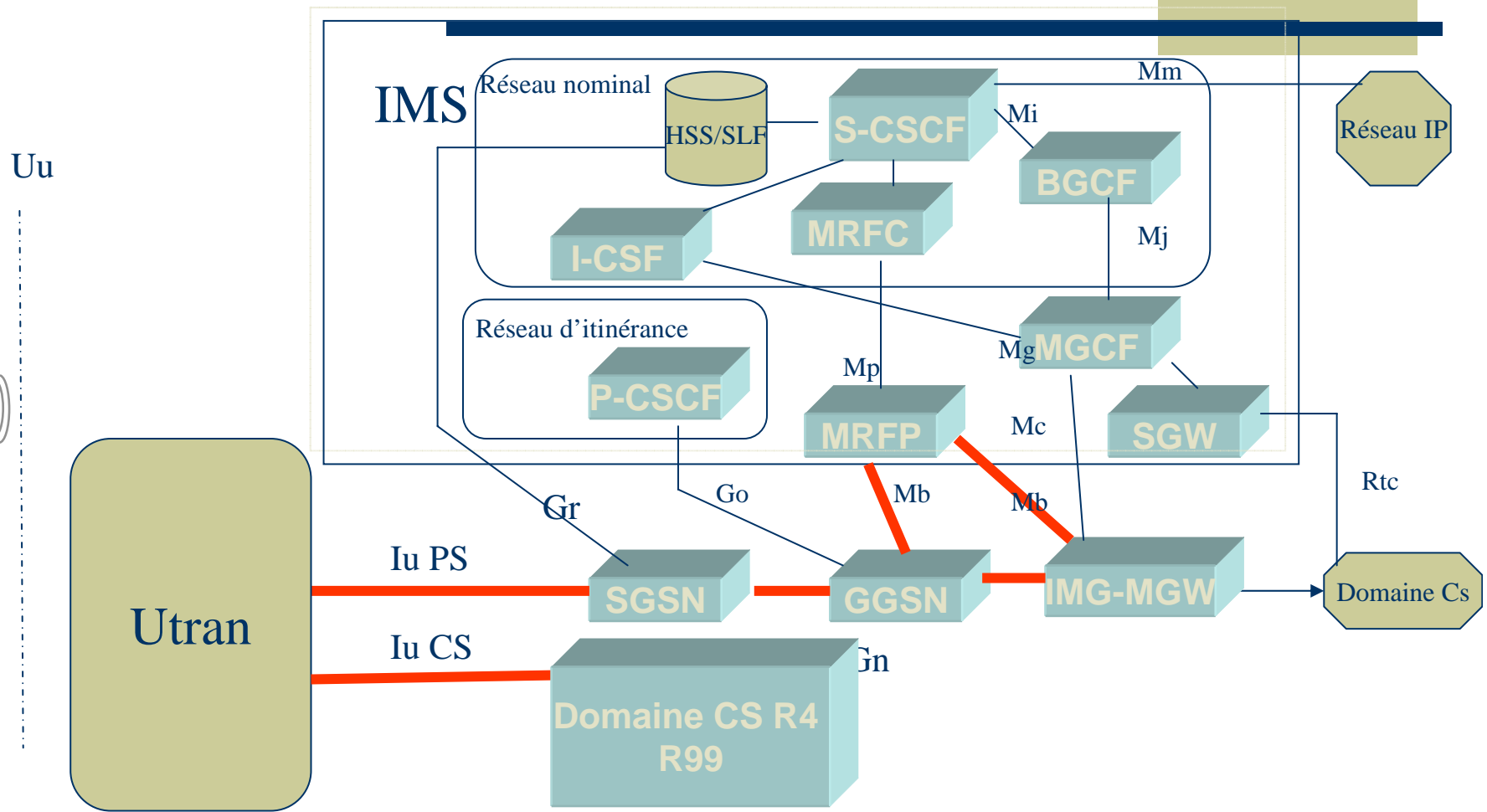
# Architecture réseau 3G Release 99



# Architecture réseau 3G Release 4



# Architecture réseau 3G Release 5





# Description des entités d'un réseau 3G

- ◆ HSS : Home Subscriber Service ,version évolué du HLR avec les mêmes fonctionnalités.
- ◆ MGW : Media Gateway, fonction d'interface permettant l'échange de signalisation entere
- ◆ MRFC (Multimedia Ressource Function Control) Fonction nécessaire à établir des appels multimédia avec plusieurs destinataires
- ◆ MRFP (Multimedia Ressource Function Processing) Fonction nécessaire à établir des appels multimédia avec plusieurs destinataires
- ◆ MGCF : Media Gateway Control Function
- ◆ BGCF : Breakout Gateway Control Function, sélectionne le réseau avec lequel l'IMS doit s'interconnecter
- ◆ SGW : Signaling Gateway Function, convertit les messages SS7 en signalisation propre au protocole Ip et vice et versa
- ◆ P-CSCF Proxy CSCF (gestion des protocoles SIP)
- ◆ I-CSCF Interrogating CSCF (point de contact du réseau nominal en cas d'itinérance de l'UE)
- ◆ S-CSCF Session CSCF (gestion des appels Multimédias)
- ◆ CSCF Call State Control Function : entité chargé du routage

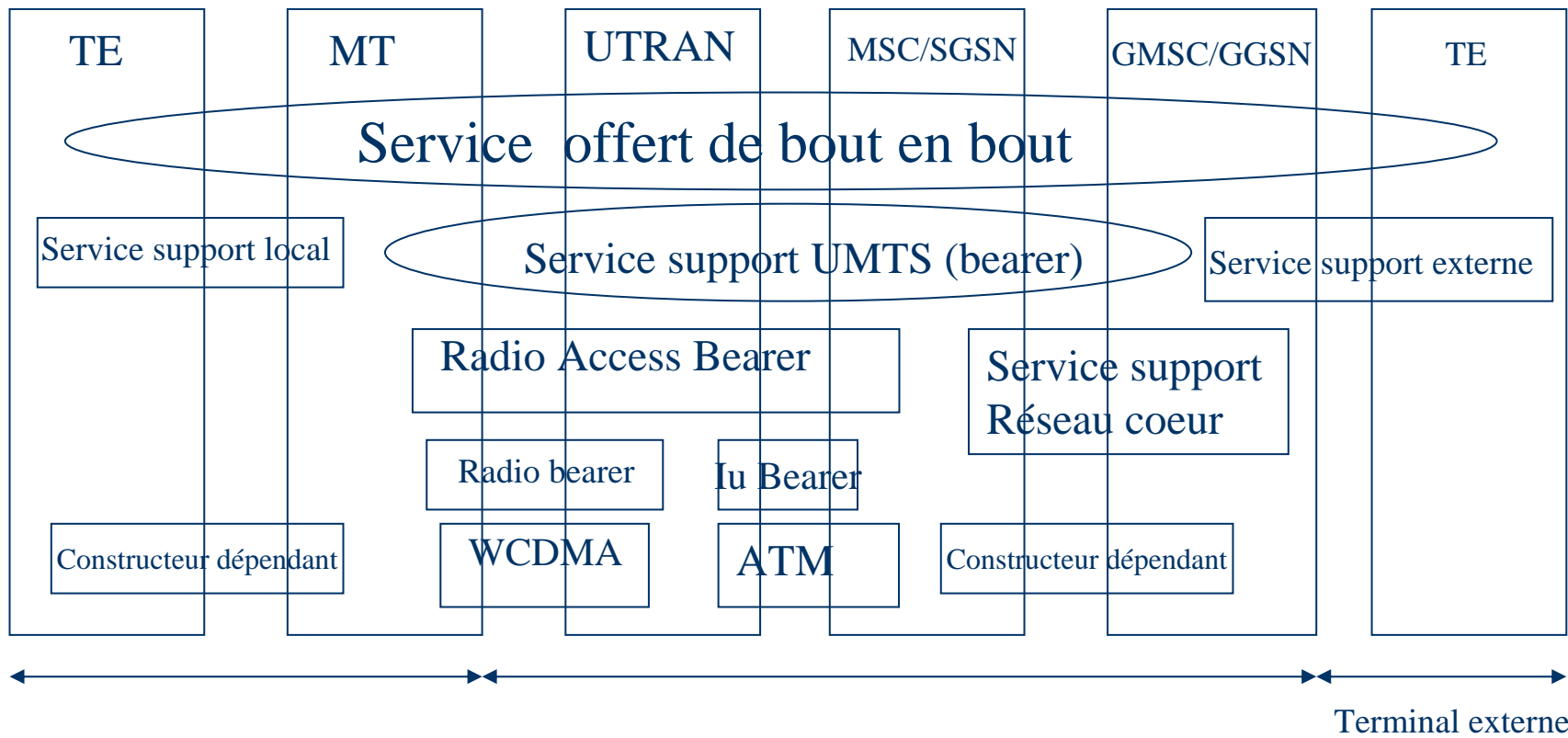
## Résumé des évolutions cœur réseau

	<b>RAN</b>	<b>CN domaine circuit</b>	<b>CN domaine paquet</b>
<b>Release 99</b>	Réseau de transport basé sur ATM	Réutilisation des technologies GSM existantes (SS7, transmission)	Réseau de transport basé sur des techniques IP sur ATM Reprise de plusieurs protocoles du GPRS (notamment GTP)
<b>Release 4</b>	Réseau de transport basé sur ATM	Utilisation de IP dans le réseau de transport Utilisation de H.248 (commande de passerelles de transcodage) Utilisation de SIGTRAN (transport de signalisation sur IP)	Utilisation de IP dans le réseau de transport Utilisation de H.248 (commande de passerelles de transcodage) Utilisation de SIGTRAN (transport de signalisation sur IP)
<b>Release 5 et ...</b>	Possibilité d'utiliser de l'IP dans le RAN HSDPA (de type W-CDMA) HSDPA et OFDM (R6)	Idem R4	Définition du sous système IP multimédia (introduction de SIP)

## Comparaison des différentes techniques d'accès radio

	GSM	UTRA/FDD	UTRA/TDD
Techno d'accès	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA
Séparation entre porteuses	200Khz	5Mhz	5Mhz
spectre	880 915 VM 926 960 VD 1720 1785 VM 1805 1880 VD 1850 1910 VM 1930 1990 VD	1920 1980 VM 2110 2170 VD	1900 1920 VM/VD 2010 2025 VM/VD
Modulation	GMSK	BPSK VM QPSK VD	QPSK
Contrôle de puissance	2Hz	1500 Hz	100 à 750 Hz
Durée Trame	4.615 ms (8TS)	10 ms	10 ms (15 TS)

# Services offerts par l'UMTS



# Services supports

- ◆ Commutations de circuit (CS): réservation du médium pendant tout le temps (ex : visiophonie)
- ◆ Commutation de paquet (PS): pas de ressources dédiées, transfert sous forme de paquet IP ou en tout cas encapsulé dans de l'IP
- ◆ Les caractéristiques d'un service support sont :
  - Débit minimum nécessaire
  - Qualité de service minimum (QOS)

# QOS UMTS

- ◆ Classe de service (streaming, interactive, background)
- ◆ Débit Max
- ◆ Débit garantie
- ◆ Livraison ordonnancé ou non
- ◆ Taille max des SDU
- ◆ Taux d'erreur de SDU reçu
- ◆ Taux d'erreur binaire résiduel
- ◆ Délais de transfert
- ◆ Délais maximum toléré
- ◆ Variation de délais
- ◆ Priorité d'allocation

## Les différentes classes de services

- ◆ Streaming : ex Vidéo à la demande ou visiophonie, ce service est soumis aux contraintes de temps, d'erreur résiduelle et de consommation mémoire.
- ◆ Interactive : ex Navigation Web, ce service est moins sensible au problème de temps si celui ci est raisonnable (2 s pour avoir accès à une page web ok 20 s ko)
- ◆ Background : ex envoi de Mel ou téléchargement en tâche de fond, ce service est soumis à des contraintes d'erreurs faibles par contre le délais d'acheminement a peu d'importance

## Différentes valeurs de QOS possibles en UMTS

			Service temps réel	Service non temps réel
Types d'environnement	Vitesse relative au sol	Débit	BER Délais Max	BER Délais Max
Rural	500 Km (TGV)	144 Kbits/s	$10^{-3}$ $10^{-4}$ 20- 300 ms	$10^{-5}$ $10^{-8}$ > 150 ms
Urbain	120 Km	384 Kbits/s	$10^{-3}$ $10^{-7}$ 20-300 ms	$10^{-5}$ $10^{-8}$ > 150 ms
Indoor à courte portée	< 10 Km	2048 Kbits/s	$10^{-3}$ $10^{-7}$ 20-30 ms	$10^{-5}$ $10^{-8}$ > 150 md



# Les différents types de services en UMTS

- ◆ Les services supports
  - Les UDI : services numériques points à points sans passer par un modem de conversion
  - Les services points à points.
  - Les services de point à multipoints (streaming)
  - Les services multi points à multi points
  
- ◆ Les télé services : Utilisés essentiellement jusqu'en release 5 pour des raisons de compatibilités avec les services 2G pourraient être amenés à évoluer avec l'introduction du Full IP

# Les télé services en UMTS

Nom du service	Exemple de service	Support en UMTS
Transmission voix	Téléphonie, appel d'urgence	Oui
Service message court	Message court venant ou arrivant à un mobile, message court en diffusion	Oui
Transmission Fax	Transmission alternée Fax/Voix et transmission automatique de Fax groupe 3	Non
Service de voix groupé	Communication de groupe ou service de voix en diffusion	Non

## Services voix

- ◆ Les codeurs obligatoires sont :
  - Pour des raisons de compatibilités avec la 2G EFR (Enhanced Full Rate)  
FR (Full Rate) HR (Half Rate)
  - AMR Wide Band : codeur privilégié par l'UMTS quand cela est possible

# Les services supplémentaires

- ◆ Le renvoie d'appel
- ◆ La dérivation d'appel
- ◆ L'identification du numéro
- ◆ Le double appel
- ◆ La présentation du nom de l'appelant
- ◆ La téléconférence
- ◆ Les outils de facturation
- ◆ Le transfert d'appel
- ◆ Le rappel automatique
- ◆ La priorité d'appel

## Les services USSD

- ◆ Ce sont des services propres à chaque opérateur ex : #123# chez orange pour accéder à son compte
- ◆ Ils nécessitent l'établissement d'une connexion
- ◆ Ils utilisent les canaux de signalisation UMTS ou GSM

# L'environnement d'exécution des services

- ◆ **MEXE** : (Mobile station Application Execution Environnement) Il permet de garantir l'environnement d'exécution quelque soit le réseau hôte.
- ◆ **USAT** : environnement qui permet de faire exécuter à l'USIM des actions de stockage voir plus (gestion des listes de PLMN ...)
- ◆ **CAMEL** : Offre aux développeurs de service une API standardisée pour accéder au réseau.

# Continuité des services lors de handovers intersystème

	GSM/GPRS vers UMTS	UMTS vers GSM/GPRS
Service voix	Oui l'opérateur doit assurer la correspondance entre le codeur GSM et l'AMR	Oui l'opérateur doit assurer la correspondance entre le codeur AMR et le codeur GSM
Services supplémentaires	Oui	Oui
Service de données CS	Oui	Oui pour les débits $\leq 9,6$ Kbits/s
Services de données PS	Oui avec renégociation de la QOS	Oui avec renégociation de la QOS
Services mélangeant PS & CS	Oui pour mobile Class A GPRS	Oui pour mobile class A GPRS et renégociation de QOS Ok



# La 3G : de L'UMTS au LTE

## III L'UTRAN





---

## Définition de l'UTRAN

---

- ◆ Universal Terrestrial Radio Access Network
- ◆ Point de liaison entre le cœur réseau et le mobile



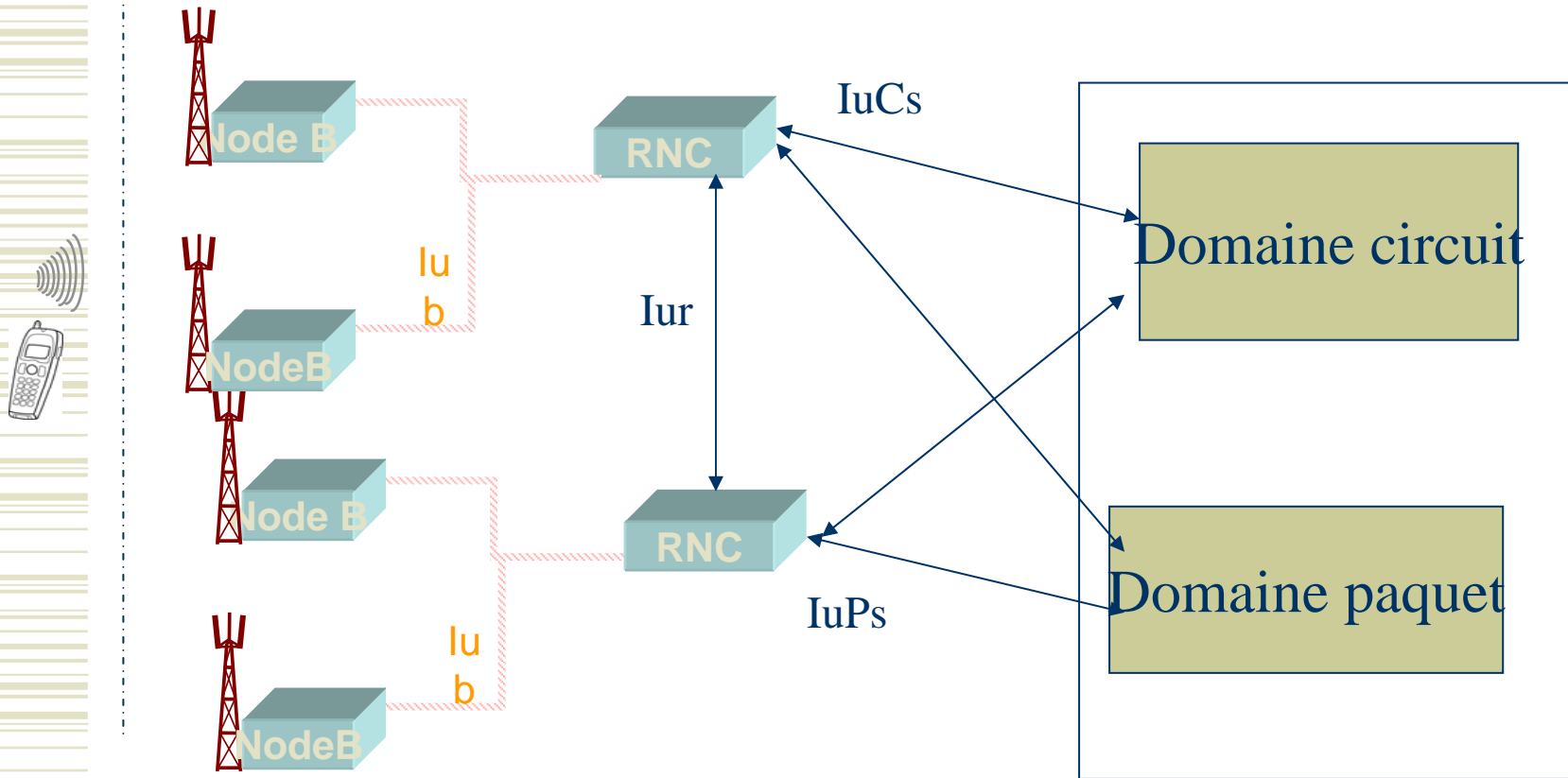
## Les rôles de l'UTRAN



- ◆ Contrôler la gestion des ressources radio
- ◆ Garantir le transfert des données de signalisation ou d'utilisateur
- ◆ Gérer une partie des fonctions de la mobilité

# L'architecture de l'UTRAN

Uu



# Les interfaces de l'UTRAN

Interface UMTS	Localisation	Description	Equivalent GSM
Uu	Ue/UTRAN	Interface qui permet la communication Mobile UTRAN (WCDMA en UMTS)	Um
Iu	UTRAN/Cœur réseau	Permet au RNC du domaine concerné de dialoguer avec le MSC/VLR ou le SGSN concerné	A (domaine CS) Gb (domaine PS)
Iur	RNC/RNC	Permet à 2 RNC de communiquer entre eux notamment lors de la mobilité	Nouveau
Iub	NodeB/RNC	Permet la communication NodeB/RNC	Abis



## Radio Network Subsystem (RNS)



- ◆ Un Nœud B (Node B) : station de base UMTS en charge de la transmission et la réception WCDMA, elle est en contact direct avec le RNC
- ◆ Un RNC : Equipement qui contrôle l'utilisation et l'intégrité des ressources radio

# Le Node B

- ◆ Nœud d'accès à l'UTRAN
- ◆ Il y a un Node B par cellule ou secteur identifié
- ◆ Il a un rôle primordial dans les tâches physiques
  - Codage/décodage canal
  - Entrelacement
  - Étalement de spectre
  - modulation
- ◆ Il participe au contrôle de puissance
  - Node B -> UE et UE-> NodeB adaptation de puissance en boucle interne
  - Ce contrôle de puissance est basé sur un seuil de qualité
- ◆ Il joue un rôle dans le handover en prélevant la qualité du signal

## Le NodeB et macro diversité

- ◆ Une fréquence peut être partagée par une ou plusieurs cellules
- ◆ La macro diversité revient à transmettre l'information sur plusieurs cellules ou secteurs en même temps
- ◆ Le mobile combine les signaux des différentes cellules pour une meilleure réception (principe même du rake receiver)

# Handover et macro diversité

Hard handover



Soft handover





# Contrôleur du réseau radio (RNC)

- ◆ Equivalent du BSC en GSM
- ◆ Ses rôles principaux sont :
  - Contrôler la puissance en boucle externe
  - Contrôler le Handover
  - Gérer l'admission et la charge des mobiles sur le réseau
  - Allouer des codes CDMA
  - Séquencer la transmission en mode paquet
  - Gérer la macro diversité

# RNC de contrôle

- ◆ Rôle indépendamment d'une connexion avec un mobile ou pas
- ◆ Contrôle l'admission ou le refus d'un utilisateur
- ◆ Contrôle les ressources radios lors d'un handover
- ◆ Il y a un seul RNC de contrôle par NodeB



## RNC serveur



- ◆ Gère individuellement les besoins radio de chaque utilisateur après une connexion RRC.
- ◆ Gère la connexion radio avec l'UE
- ◆ Gère la macro diversité en sélectionnant les trames des différents NodeB



## RNC de dérivation



- ◆ Joue un rôle dans la macro diversité
- ◆ On parle de RNC de dérivation si les cellules appartiennent à des RNS différents

# RNC et gestion de la mobilité

- ◆ Dès qu'une connexion RRC est établie la gestion de la mobilité du mobile passe du cœur réseau au SRNC (serving RNC)
- ◆ Gestion des états et de la mobilité dans les cas CELL\_FACH CELL\_PCH et CELL\_DCH
- ◆ Toutefois s'il y a trop de transitions CELL\_FACH CELL\_PCH on passe en mode URA\_PCH (localisation à l'URA )

## L'URA et les nouveaux identifiants

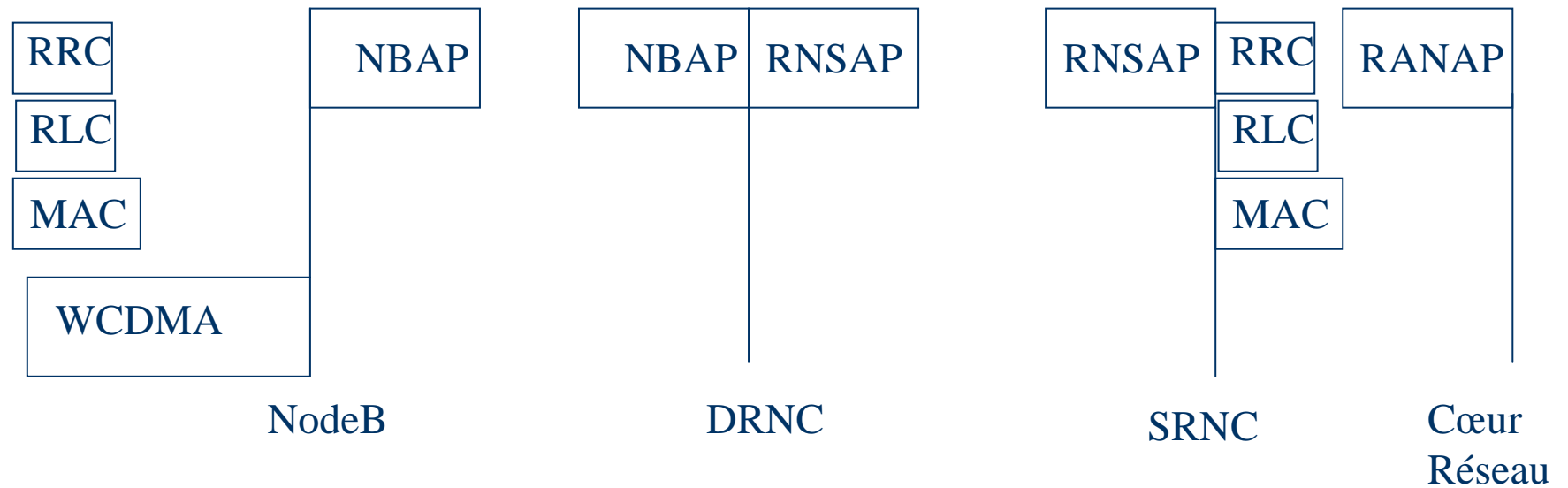
- ◆ URA : ensemble de cellules ou de secteurs de cellules (proche de la RA en 2G)
- ◆ En plus du TMSI et du PTMSI des nouveaux identifiants ont été créés
  - SRNTI : permet d'associer d'une manière unique un UE à un SRNC
  - DRNTI : permet d'associer un UE à un DRNC de manière unique
  - CRNTI : c'est l'identifiant est alloué au mobile dès que ce dernier passe sous la couverture du Contrôle RNC
  - URNTI : association du SRNTI et de l'identifiant du SRNC il permet d'identifier le mobile dans l'UTRAN

# Protocole de transport au sein de l'UTRAN : L'ATM

- ◆ Le choix de l'ATM a été guidé par ses nombreux avantages :
  - Gestion dynamique des ressources avec une allocation selon les besoins
  - Possibilité grâce l'ATM de garantir la QOS au moins au sein du réseau de l'opérateur
  - ATM a été choisi aussi pour les réseaux Broadband on a donc une interopérabilité plus grande
  - Gestion optimisée du routage grâce à la création de liens virtuels

# Les différents protocoles de l'UTRAN

UE





# Le protocole NBAP

Deux types de procédures sont associées à ce protocole

1. Aux canaux communs (RACH, CPCH, FACH, PCH)
  - ♦ Établissement de canaux
  - ♦ Modifications de canaux
  - ♦ Libérations
  - ♦ Mesures pour garder une certaine qualité de connexion
2. Aux canaux dédiés (DCH)
  - Même procédure qu'en 1)
  - Contrôle de puissance pour éviter « d'éblouir » d'autres utilisateurs
  - En FDD établissement du mode compressé ou non pour faire les mesures

# Le protocole RNSAP

- ◆ Ce protocole gère la signalisation entre 2 RNC généralement celui de contrôle et de dérivation
- ◆ Ce protocole incorpore 4 fonctionnalités
  - La gestion de la mobilité
  - La gestion des canaux communs
  - La gestion des canaux dédiés si nécessaires
  - La gestion des procédures globales

# Le protocole RANAP

- ◆ Ce protocole gère la signalisation entre l'UTRAN et le réseau cœur
- ◆ Il gère les relocalisations de SRNS (donc de RNC)
- ◆ Il gère le transport des messages de signalisations entre la NAS du mobile et celle du réseau cœur
- ◆ Il gère complètement les Radio Access Bearer (RAB)
- ◆ Il gère les messages de paging
- ◆ Il gère les procédures d'authentification et de chiffrement
- ◆ Il gère la localisation du mobile au sein de l'UTRAN



# La 3G : de L'UMTS au LTE

## IV le WCDMA

# L'historique de l'étalement de spectre

- ◆ 1942 Dépôt du brevet 2 292 387 Secret Communication System: on encode un signal grâce à un code connu seulement du récepteur et de l'émetteur l'étalement de spectre vient de naître
- ◆ 1948/49 Shanon dresse les bases théoriques de l'étalement de spectre dans son « Mathematical theory of communication »
- ◆ Années 50 Utilisations militaires de l'étalement de spectre
- ◆ 1956 brevet 2 982 853 sur « anti multipath receiving system » le rake receiver est né
- ◆ 1978 Début de l'évocation de l'utilisation pour le cellulaire
- ◆ 1980 Le gouvernement américain déclassifie la technologie et autorise les applications civiles
- ◆ Années 80 Qualcomm et Viterbi un de ses fondateurs prouvent l'intérêt du CDMA appliqué aux télécommunications
- ◆ 1995 Ouverture commerciale du CDMA One (IS 95 norme 2G basée sur le CDMA)
- ◆ Années 2000 Ouverture commerciale des réseaux basées sur le WCDMA



## Définition de l'étalement de spectre



- ◆ Transmission d'un signal d'information sur une largeur de bande supérieure à la largeur de bande que nécessite le signal.
- ◆ Cette technique peut être assimilée à une technique de modulation.
- ◆ Le code d'étalement doit être indépendant du signal de départ
- ◆ Le récepteur doit utiliser ce même code pour désentrelacer le signal

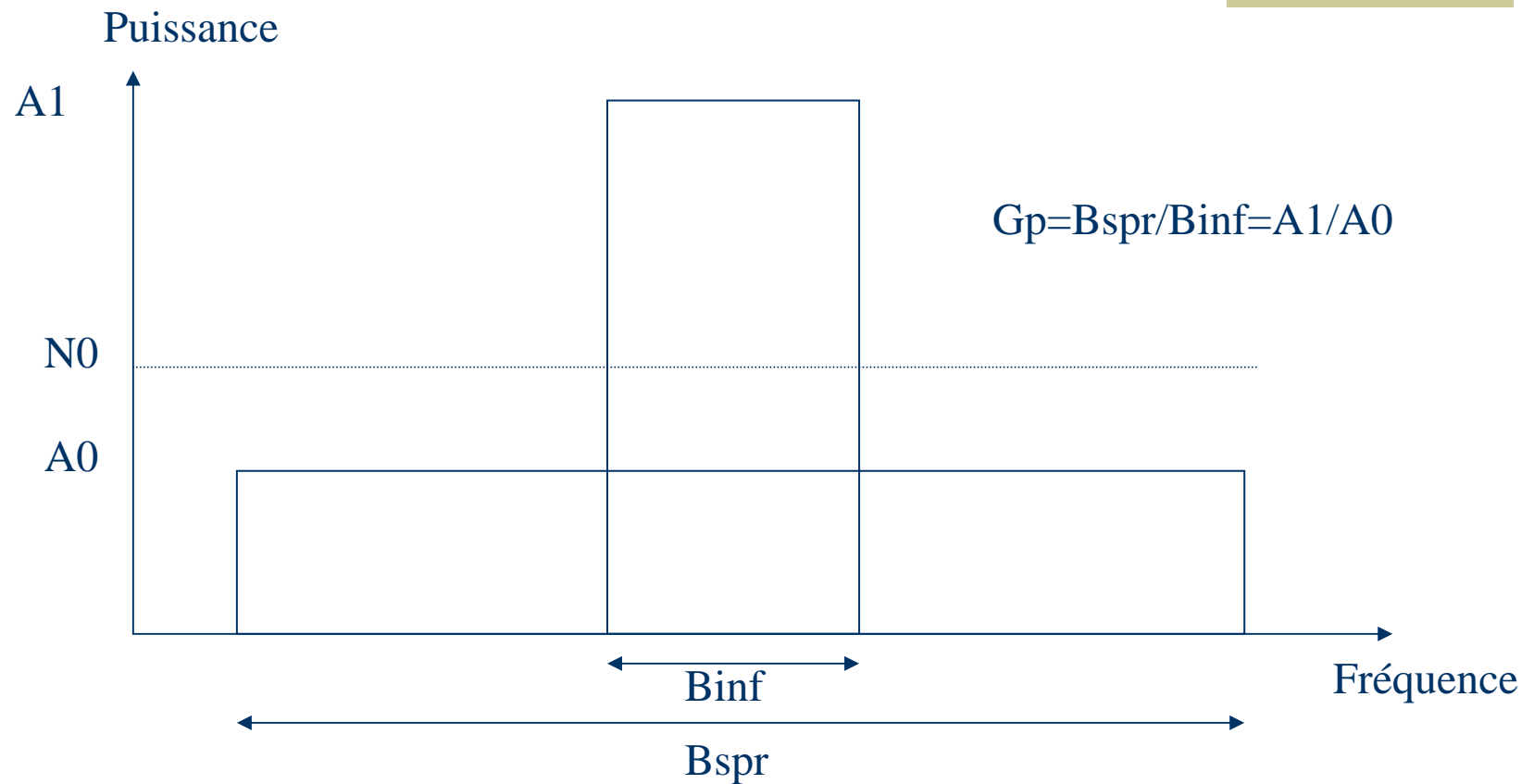
## Intérêt de l'étalement de spectre

- ♦ Soit  $B$  la largeur de bande et  $C$  la capacité du canal

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right) \approx \frac{B}{\ln 2} \left( \frac{S}{N} \right) \Rightarrow \frac{S}{N} \approx \ln 2 \frac{C}{B}$$

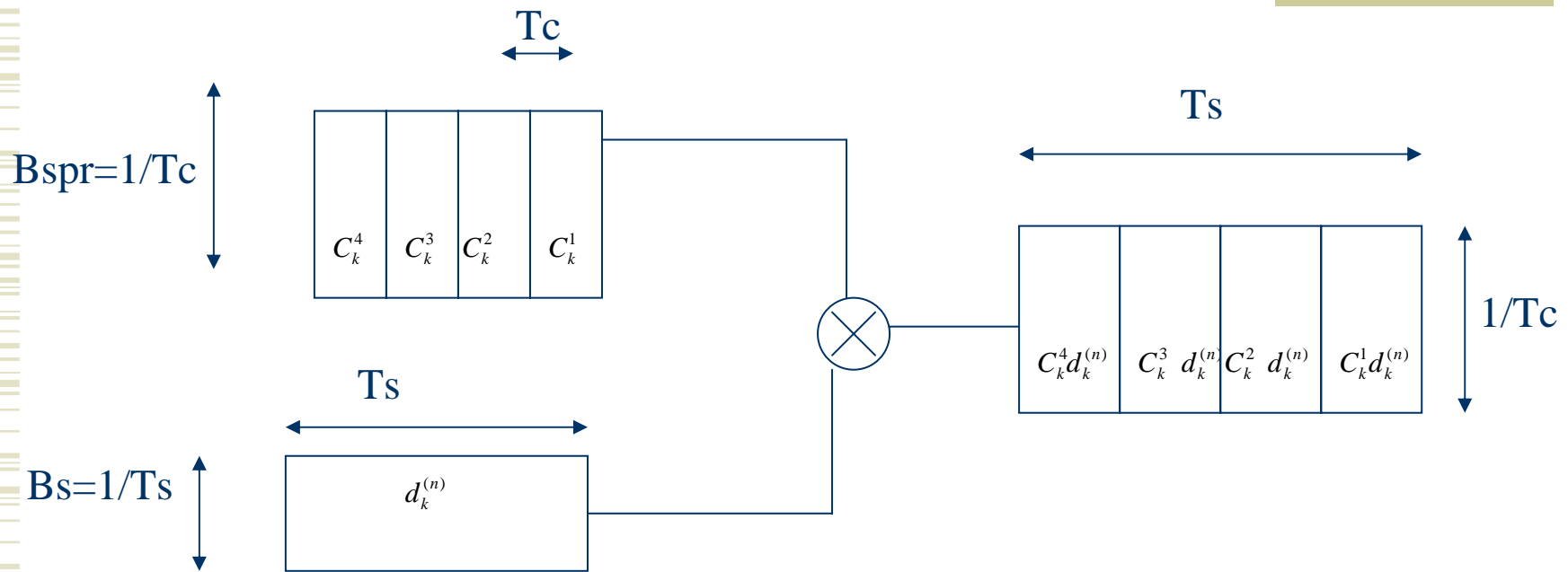
- ♦ On voit que le rapport signal à bruit est inversement proportionnel à la largeur de bande donc si la largeur de bande augmente et la capacité du canal reste identique le rapport signal à bruit nécessaire diminue

# Influence de l'étalement de spectre sur le signal émis



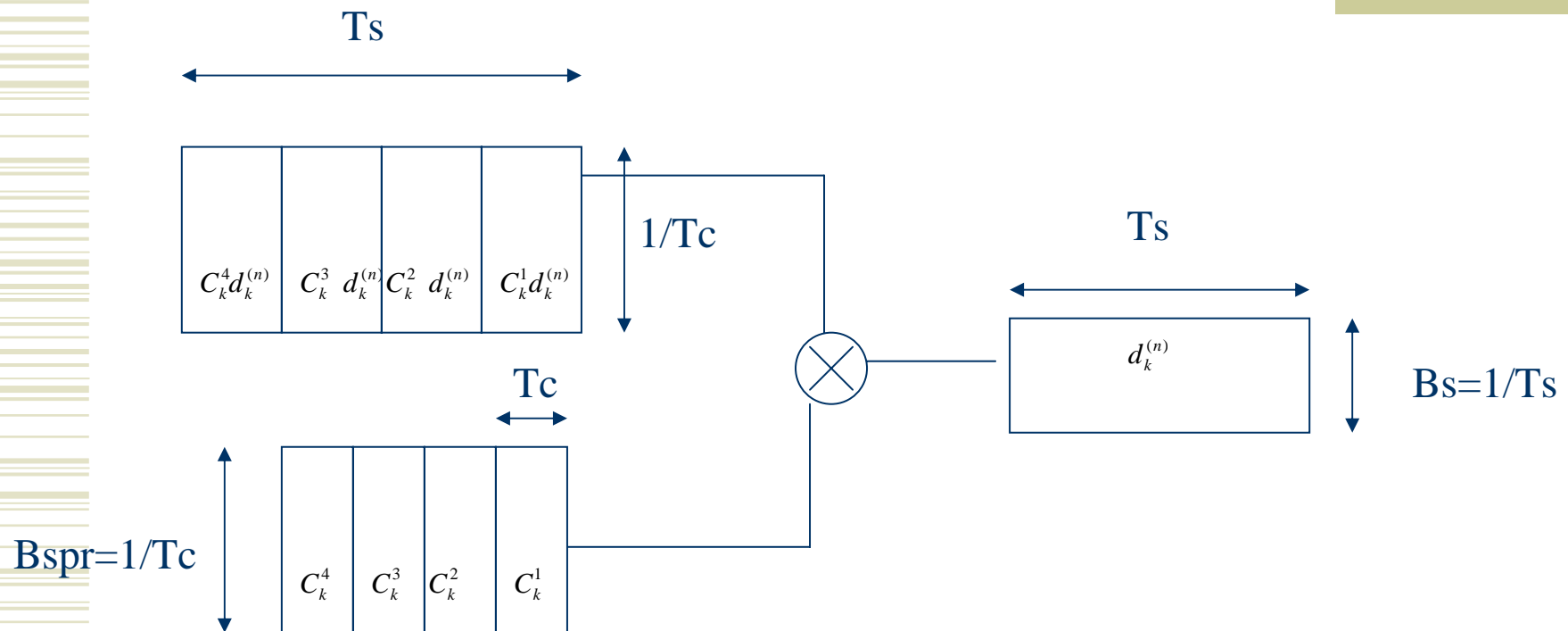


# Étalement de spectre par séquence directe (émission)



$$S_f = B_{spr}/B_s = T_s/T_c$$

# Étalement de spectre par séquence directe (réception)



# Les codes de walsh hadamar

- ♦ Ils sont orthogonaux
- ♦ Ils sont générés par la matrice dite de Hadamar avec  $H_1=+1$

$$H_{2m} = \begin{bmatrix} H_m & H_m \\ H_m & H_{-m} \end{bmatrix}$$

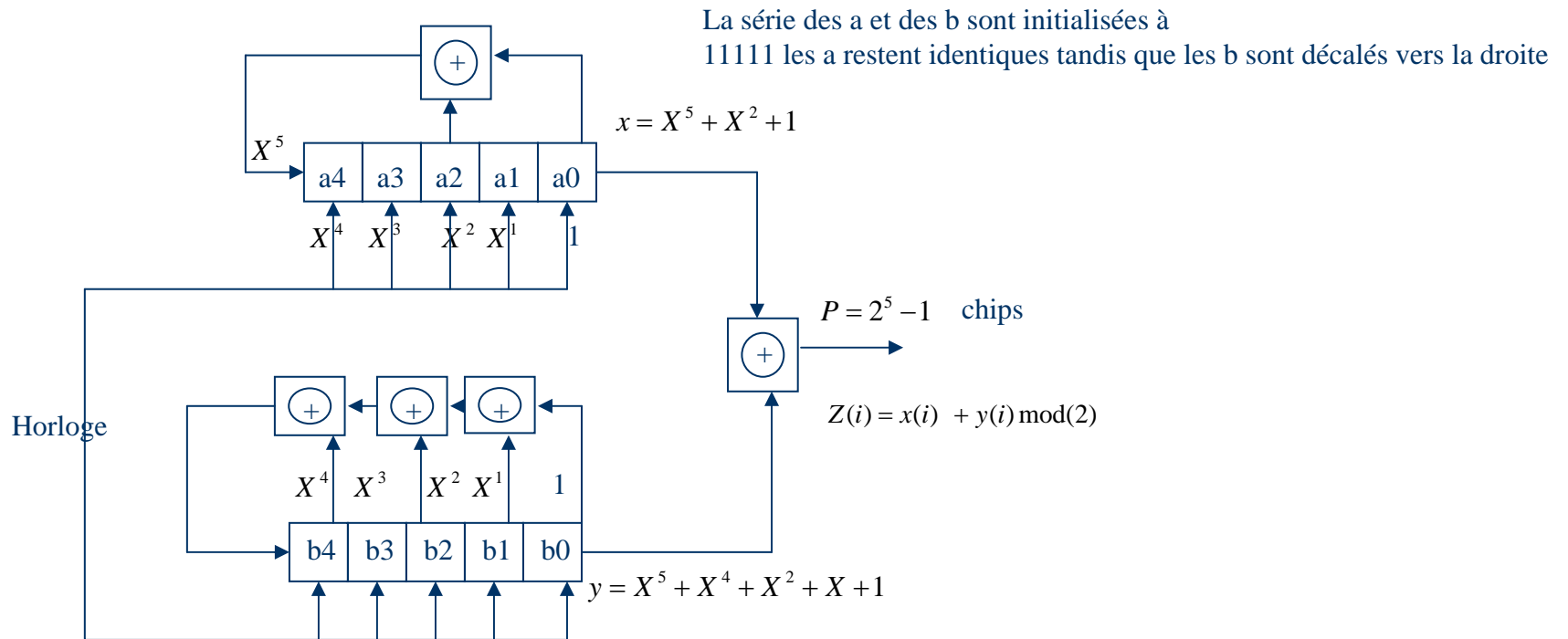
$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$H_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

# Les propriétés des codes de walsh hadamard

- ◆ Le premier élément du code  $C_i$  est toujours +1
- ◆  $C_i$  possède autant de +1 que de -1
- ◆ Le résultat de la fonction d'intercorrélation pour 2 codes
  - $i=j$  donne +M le facteur d'étalement
  - $i \neq j$  0
- ◆ Toutefois mauvaise protection s'il y a un manque de synchronisation émetteur récepteur
- ◆ Faible nombre de codes
- ◆ Les codes de Walsh sont utilisés en downlink comme code canalisation et en uplink comme code de spreading (identification de l'utilisateur)

# Génération des codes de Gold



# Génération des codes de GOLD

- ◆ Ces codes sont basées sur des polynômes générateurs qui varient selon l'utilisation Uplink ou Downlink
- ◆ Polynôme de puissance 25 en uplink et puissance 18 en downlink
- ◆ La génération des codes pour le mode FDD est précisé dans la TS25.213

# Les propriétés des codes de Gold

- ◆ Bonnes propriétés d'intercorrélation (valeurs bornées mais ne sont pas orthogonaux).
- ◆ Grand nombre de code générés
- ◆ Les codes 1 et 2 ont de bonnes propriétés d'autocorrélation
- ◆ Ces codes sont utilisés comme code scrambling et permettent d'identifier la cellule

## Problèmes rencontrés lors de la transmission WCDMA : L'évanouissement à court terme

- ◆ Permet de symboliser l'affaiblissement du à l'éloignement ou « l'affaiblissement de parcours »

$$\frac{S}{N} = \frac{P_t G_t G_r}{L_p N}$$

$$L_p \cong d^n$$



## Problèmes rencontrés lors de la transmission WCDMA : L'évanouissement à court terme

- ◆ Il est caractérisé par une variation rapide de la puissance du signal mais aussi de la phase
- ◆ Il est généralement dû aux obstacles rencontrés mais aussi à l'effet Doppler
- ◆ Les trajets multiples sont caractérisés par la moyenne de la racine carrée des retards :  $T_{rms}$
- ◆ On définit la bande de cohérence d'un canal comme

$$B_{coh} \approx \frac{1}{5T_{rms}}$$

- ◆ L'effet doppler se caractérise par un décalage maximum de fréquence

$$f_m = \frac{v(\text{vitesseMax})}{\lambda(\text{longueur d'onde})}$$

- ◆ Le temps de cohérence est défini par  $T_{coh} = 1/(2f_m)$

# Les différents canaux rencontrés lors d'une transmission WCDMA

- ◆ Les canaux non sélectifs en fréquence  $T_{rms} < T_{chip}$
- ◆ Les canaux sélectifs en fréquence  $T_{chip} < T_{rms}$
- ◆ Les canaux à évanouissement lent  $T_{coh} > T_{chip}$  (le canal reste stable pendant un temps chip)
- ◆ Les canaux à évanouissement rapide  $T_{coh} < T_{chip}$

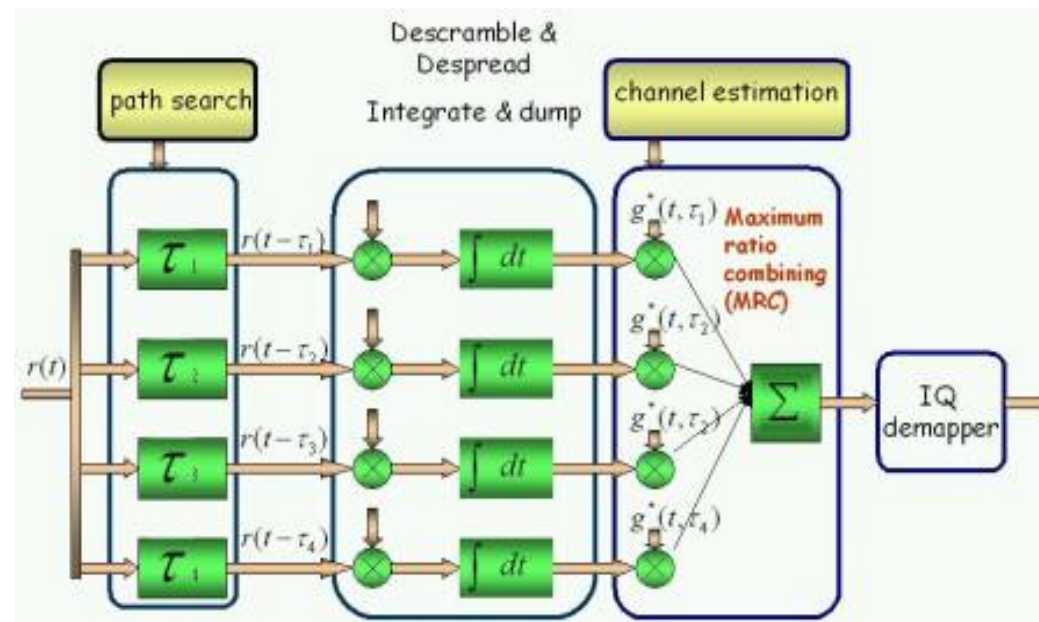
## Les outils du WCDMA pour améliorer la réception : La diversité en fréquence

- ◆ Transmission ou la réception d'un signal sur différentes fréquences porteuses séparées par une valeur supérieure à la bande cohérence du canal.
- ◆ L'étalement de spectre est aussi un outil de diversité en fréquence car il répartit la puissance de perte sur toute la bande d'étalement du coup son influence est moins grande

## Les outils du WCDMA pour améliorer la réception : La diversité en temps

- ◆ Pour lutter contre les canaux à évanouissement (sélectif en temps) on transmet le même signal à des intervalles de temps différents
- ◆ Pour cela on utilise le codage de canal qui permet de rajouter de la redondance de signal.
- ◆ Les codeurs de canaux ont été améliorés par rapport à la 2G

# Les outils du WCDMA pour améliorer la réception : Le rake receiver



## Les outils du WCDMA pour améliorer la réception : Divers

- ◆ Détection d'activité vocale : permet de diminuer la puissance d'émission donc l'interférence entre symboles
- ◆ Contrôle de puissance rapide , il permet de minimiser les évanouissements à long terme
- ◆ Détection des multi utilisateurs en CDMA et estimation pour annulation.
- ◆ Diversité spatiale en réception sur la cellule : on rajoute plusieurs antennes espacées au moins d'une longueur d'onde, on sectorise ainsi la cellule et on peut créer des antennes virtuelles en jouant sur les gains.



# La 3G : de L'UMTS au LTE

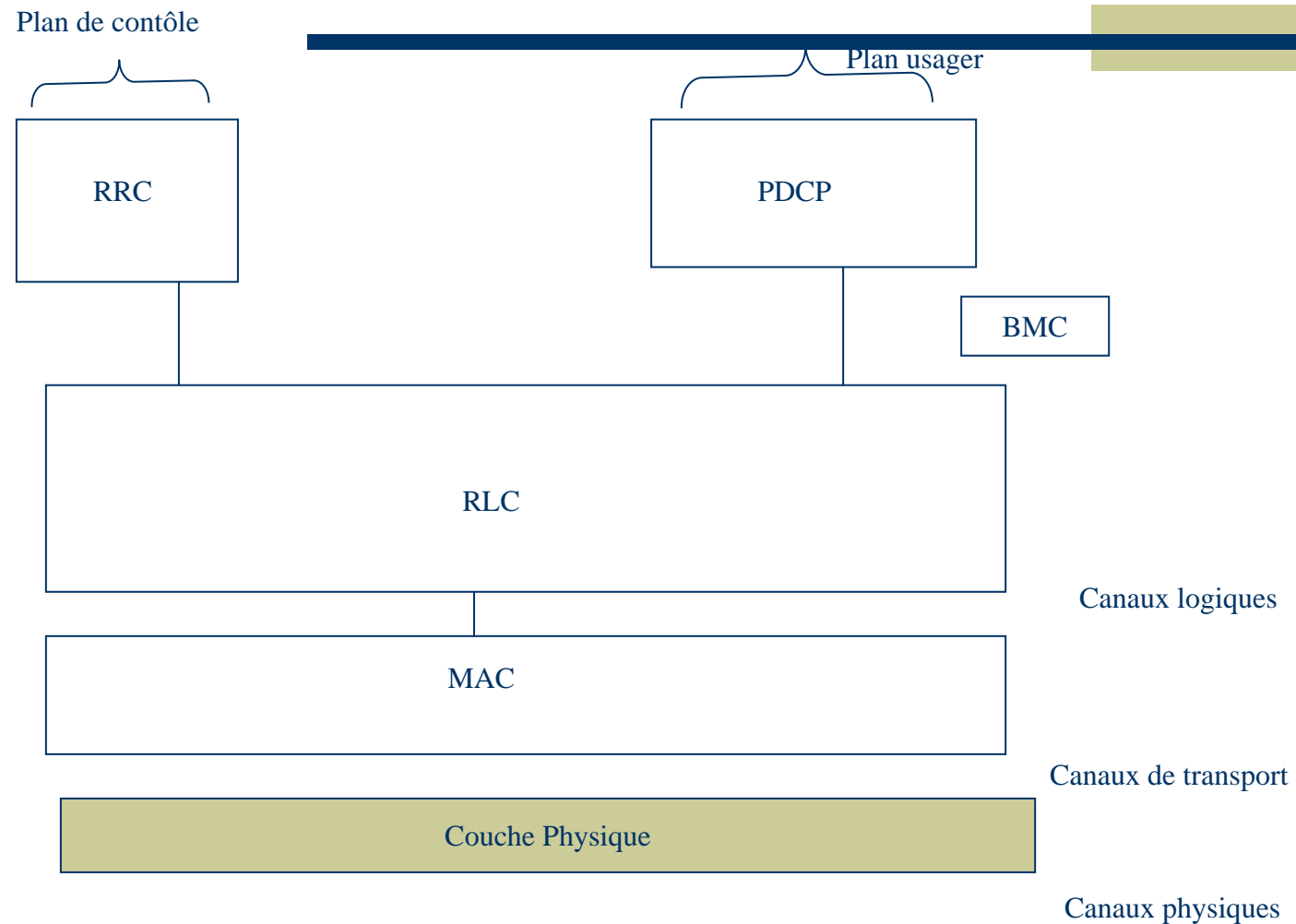
## V L'Access Stratum

# Définition de l'Access Stratum

- ◆ Protocoles d'interfaces entre le Mobile et l'UTRAN
- ◆ L'Access Stratum jusqu'en Release 5 se décompose en 3 sous couches
  - La couche 1 (elle sera développée ultérieurement)
  - La couche 2 : MAC (Medium Access Control)
    - RLC (Radio Link Control)
    - PDCP (Packet Data Convergence Protocol)
    - BMC (Broadcast Multicast Control)
  - La couche 3 RRC (Radio Ressource Control)



# L'architecture en couche de l'Access Stratum



## Les canaux logiques de contrôles

- ◆ BCCH (Downlink) Broadcast Control Channel, voie balise comme en 2G, elle permet au mobile de lire les informations systèmes pour accéder la première fois au réseau ou sortir du mode veille.
- ◆ PCCH (Downlink) Paging Control Channel, canal transportant les informations de paging permettant la recherche des mobiles.
- ◆ CCCH Common Control Channel, canal commun bidirectionnel transportant les informations de signalisation. Il est utilisé lors de l'établissement d'une connexion RRC mais aussi lors des mises à jour de localisation (URA) et la mise à jour de cellule.
- ◆ DCCH: Dedicated Control Channel, canal bidirectionnel transportant les données dédiées à un UE, en particulier lorsqu'une connexion RRC a été établie. Cette signalisation peut être aussi bien des informations RRC que des informations de la NAS comme de la mobilité



## Les canaux logiques de trafic



- ◆ DTCH : Dedicated Traffic Channel, canal dédié transportant les informations usager après l'établissement d'une connexion RRC
- ◆ CTCH : Common Transport Channel, canal commun qui transporte sur la voie descendante des messages destinés à un ou plusieurs utilisateurs

# Caractéristiques physiques des canaux de transports

- ◆ Partie dynamique :
  - TB taille de bloc du transport bloc
  - TBS : taille du nombre total de blocs pouvant être transféré pendant un TTI (bloc de même taille)
- ◆ Partie Semi Statique :
  - TTI (10,20,40,80 ms)
  - Type de codage canal
  - Taille du CRC
  - Taux de redondance
- ◆ TFS (Transport Format Set) :
  - Ensemble de canaux dont la partie semi statique est identique et où la partie dynamique peut varier sur chaque TTI

# Canaux de transport commun

- ◆ BCH (Broadcast Control Channel) permet en voie descendante le transport d'infos balise.
- ◆ PCH (Paging Chanel) utilisé pour le transport des messages de paging sur une ou plusieurs cellules.
- ◆ RACH : permet sur voie montante de demander un accès à une ressource radio mais aussi transporter de la signalisation en Uplink sans contrainte réel.
- ◆ CPCH : rôle proche du RACH utilisé qu'en mode RRC connecté il est aussi à accès aléatoire
- ◆ FACH : voie descendante permet le transport des signalisations de petites tailles, l'identité de l'utilisateur doit être indiqué



## Les canaux de transports partagés



- ◆ DSCH : Downlink Shared Channel canal utilisé en association avec un ou plusieurs canaux dédiés, partagé entre plusieurs utilisateurs il transporte des données de contrôle.



## Les canaux de transport dédiés



- ◆ DCH : Canal dans les 2 sens (canal point à point). La ressource pour ce DCH peut être monopolisé ou utilisé uniquement sur besoin grâce à une fonctionnalité optionnelle DRAC (Dynamic Resource Allocation Control)



# Caractérisation d'un canal physique

- ◆ Une fréquence porteuse
- ◆ Un code de canalisation (permet de distinguer les différents utilisateurs en voie descendante)
- ◆ Un code d'embrouillage permet de caractériser la cellule dans la voie descendante et les utilisateurs en voie montante.
- ◆ Une phase relative





## Canaux Physiques voie montante



- ◆ PRACH : canal physique supportant le RACH
- ◆ PCPCH : Physical Common Packet Channel, supporte le CPCH
- ◆ DPDCH : Transporte le DCH
- ◆ DPCCH : Canal associé à un ou plusieurs DPDCH

## Canaux Physiques voie descendante 1/2

- ◆ DPCH : supporte le DCH, on trouve contrairement à la voie montante un seul canal pour les données utilisateurs et les données de contrôle.
- ◆ SCH : synchronization channel, il transporte les 2 codes (primary et secondary codes) qui permettent aux terminaux de se synchroniser en temps sur la cellule
- ◆ CPICH : ce canal transmet des bits pilotes prédéfinis qui permettent ainsi d'estimer les conditions radios et de faire des relevés de mesures
- ◆ PCCPCH : (Primary Common Control Physical Channel) supporte le BCH il est unique par cellule
- ◆ SCCPCH (Secondary Common Control Physical Channel) supporte un PCH et un ou plusieurs FACH
- ◆ PICH : Paging Indicator Channel toujours associé à un SCCPCH il transporte les paging indicator

## Canaux Physiques voie descendante 2/2

- ◆ PDSCH, il supporte le canal DSCH toujours associé au DPCH
- ◆ AICH Acquisition Indicator Channel, ce canal est associé au canal PRACH et transporte les informations d'acquisitions
- ◆ AP/AICH canal identique à l'AICH il est toujours associé au PCPCH il est utilisé s'il faut s'assurer qu'un préambule a bien été reçu sur le canal RACH
- ◆ CD/CA-ICH permet de détecter les problèmes de collisions sur les accès RACH
- ◆ CSICH multiplexé avec les autres canaux de contrôle et d'accès, il transporte les informations de disponibilités des canaux PCPCH

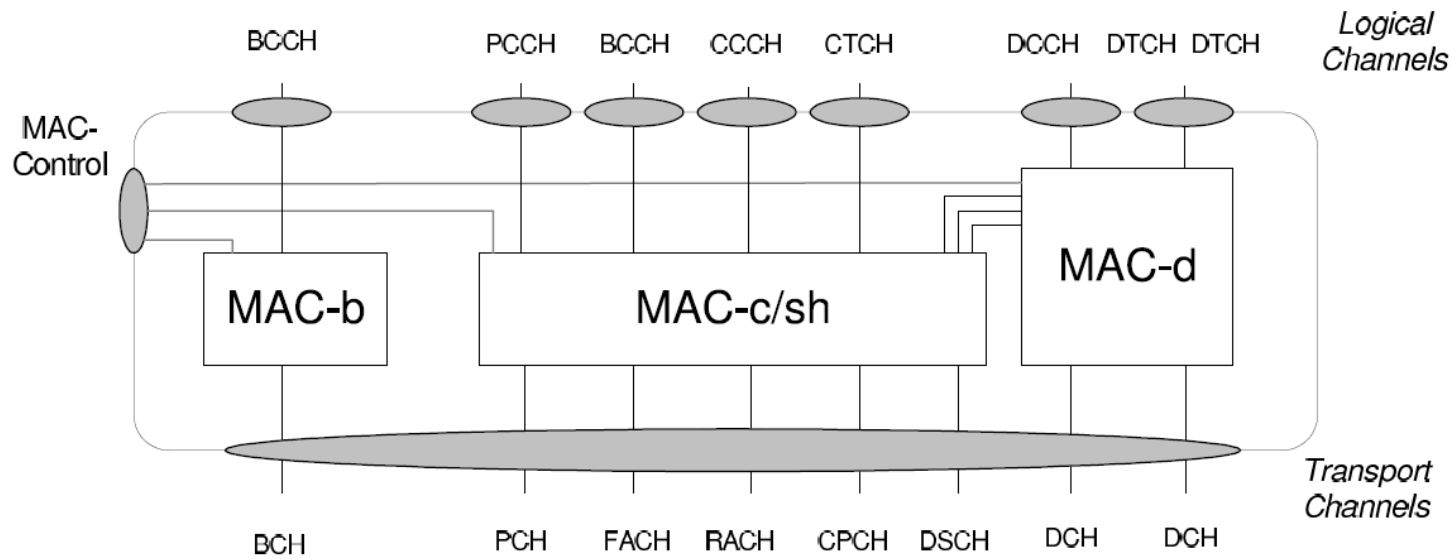
# La tâches de la couche physique

- ◆ Le codage/décodage des canaux pour la protection des erreurs
- ◆ Le multiplexage des canaux
- ◆ L'adaptation des débits
- ◆ La synchronisation (temps fréquence)
- ◆ Le contrôle de puissance grâce à des bits de contrôle de puissance au niveau slot
- ◆ La modulation et l'étalement de spectre
- ◆ Le support de la macro diversité

# Résumé du mapping canaux physiques canaux de transport

Transport Channels	Physical Channels
DCH	Dedicated Physical Data Channel (DPDCH) Dedicated Physical Control Channel (DPCCH) Fractional Dedicated Physical Channel (F-DPCH)
E-DCH	E-DCH Dedicated Physical Data Channel (E-DPDCH) E-DCH Dedicated Physical Control Channel (E-DPCCH) E-DCH Absolute Grant Channel (E-AGCH) E-DCH Relative Grant Channel (E-RGCH) E-DCH Hybrid ARQ Indicator Channel (E-HICH)
RACH	Physical Random Access Channel (PRACH)
BCH	Common Pilot Channel (CPICH)
FACH	Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH)
PCH	Secondary Common Control Physical Channel (S-CCPCH)
	Synchronisation Channel (SCH)
	Acquisition Indicator Channel (AICH)
	Paging Indicator Channel (PICH)
	MBMS Notification Indicator Channel (MICH)
HS-DSCH	High Speed Physical Downlink Shared Channel (HS-PDSCH) HS-DSCH-related Shared Control Channel (HS-SCCH) Dedicated Physical Control Channel (uplink) for HS-DSCH (HS-DPCCH)

# La couche MAC



## Les entités de la couche MAC

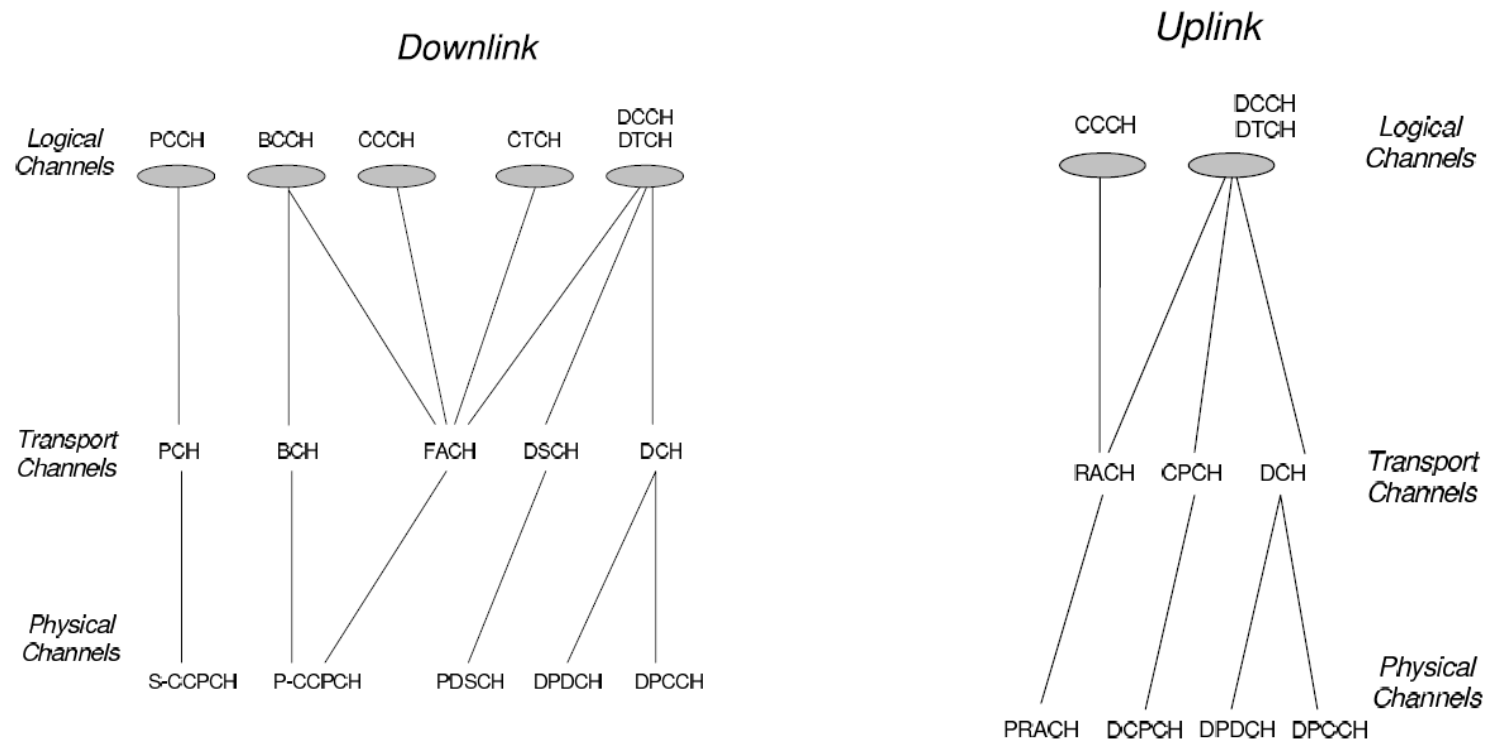
- ◆ MACd : gère les canaux dédiés
- ◆ MACs : gère les canaux partagés
- ◆ MACb : s'occupe du canal BCCH
- ◆ MAChs : s'occupe de la gestion du Hybrid Automatic Repeat Request en release 6 et au dessus crée spécialement pour le HSDPA

## Rôles de la couche MAC

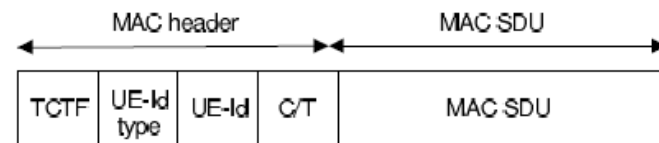
- ◆ Mapping des canaux logiques avec les canaux de transport pour les couches supérieures
- ◆ Contrôle du volume de trafic sur chaque canal actif
- ◆ Commutation de canal sur ordre de la couche RRC
- ◆ Gestion des priorités entre différents flux
- ◆ Sélection des TFC à chaque TTI
- ◆ Chiffrement et déchiffrement pour les données RLC en mode transparent
- ◆ Identification du mobile lorsqu'il utilise les canaux communs



# Rappel du Mapping des canaux



# MAC PDU



## MAC PDU

TCTF : permet d'identifier le canal logique mappé sur le canal de transport FACH et RACH

C/T : permet d'identifier le canal logique quand plusieurs canaux logiques sont mappés sur le même canal de transport

UE-Id : champ d'identification du UE sur les canaux de transports commun, ce champs peut être

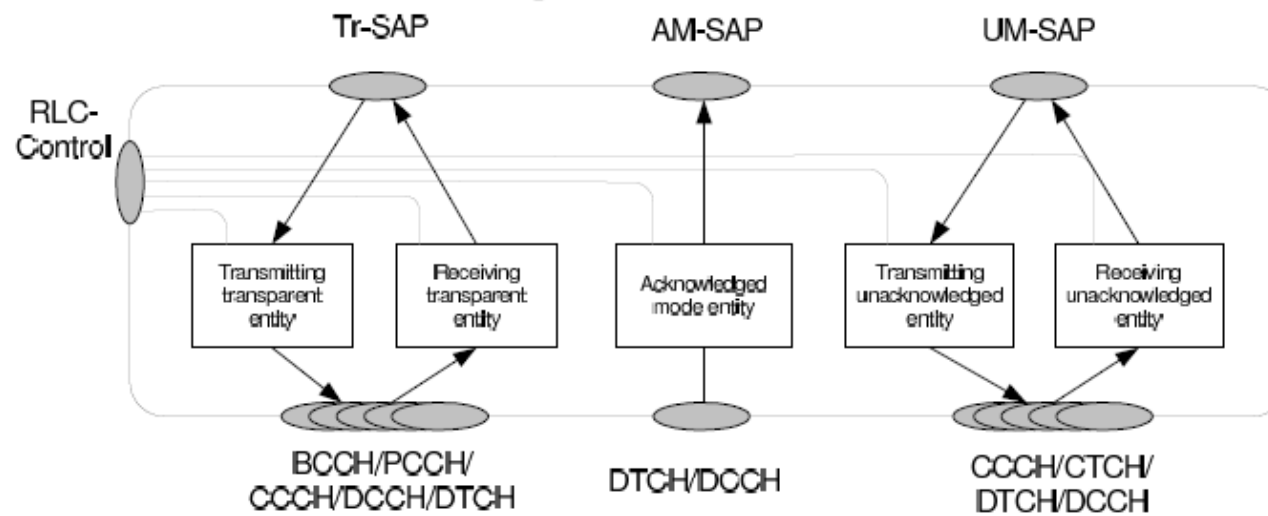
- C RNTI : identité propre au RNC quand une connection RRC est faite pour un canal dédié

- DSCH RNTI : identique au C-RNTI quand on a un canal partagé

- U-RNTI Utran Radio Network Temporary Identity (voie descendante uniquement) il est composé du SRNCID (identifiant du SRNC) et du SRNTI et l'identifiant du mobile dans le SRNC

UE-Id type permet d'identifier le type de UE-Id et le décodage correct du champs

# La couche RLC



## Mode RLC

- ◆ Mode transparent : transport des données de manières transparentes sans rajout d'informations de contrôle. Sa seule fonction est la segmentation/réassemblage.
- ◆ Mode non acquitté : Utilisé dans le cas de streaming, il rajoute un contrôle d'erreur mais pas de retransmission.
- ◆ Mode acquitté : Ajout des processus de contrôle d'erreurs et de retransmission

## Fonctions de la couche RLC

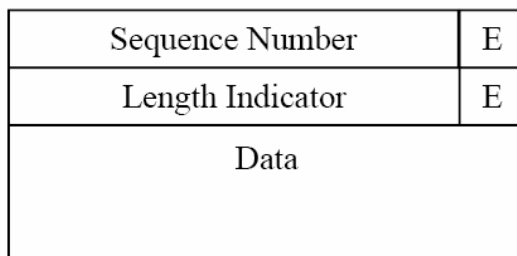
- ◆ Segmentation en plusieurs parties du SDU reçu
- ◆ Réassemblage
- ◆ Remplissage/Pading
- ◆ Contrôle de flux
- ◆ Correction d'erreurs et contrôle de la bonne réception des PDU
- ◆ Chiffrement/Déchiffrement pour les modes non transparents
- ◆ Suspension et reprise du transfert sur demande RRC
- ◆ En mode acquitté on trouvera des PDU de contrôle du type status ou reset

# PDU/RLC

Mode transparent 8 bits



RLC non acquité

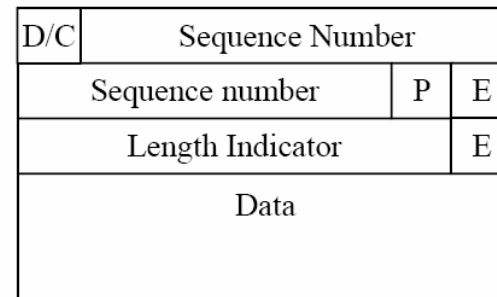


Octet 1

Octet 2 (Optional)

Octet N<sub>3</sub>

RLC acquité



Octet 1

Octet 2

Octet 3 (Optional)

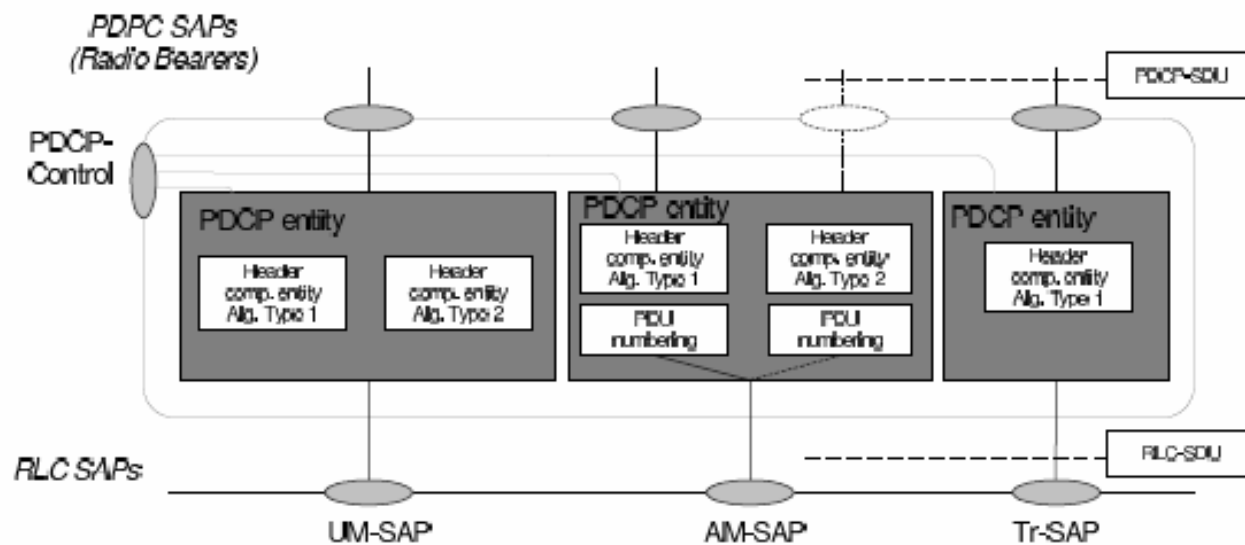
Octet N<sub>2</sub>

E : permet de savoir si l'octet qui suit est un octet de donnée ou d'entête

P : Bit de polling pour forcer l'acquitément

D/C Data ou contrôle ce bit permet de caractériser le type de données

# Architecture de la couche PDCP

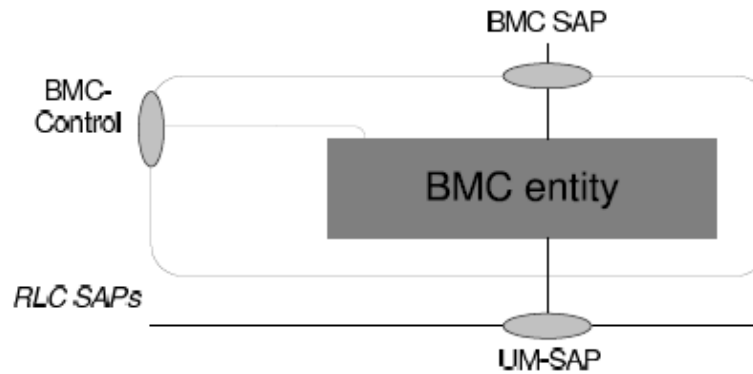


# Rôle de la couche PDCP

- ◆ Compression/Décompression d'entête
- ◆ Transfert sans perte des SDU PDCP grâce à RLC
- ◆ Cette couche joue un rôle important ans le handover pour éviter la perte de SDU
- ◆ Il y a 3 types de SDU PDCP
  - Type No-header : pas de compression d'entête
  - Type data : utilisé lors d'une compression d'entête ou de transmission de signalisation
  - Type seq-number : utilisé lors d'une relocalisation de SRNS



# Architecture de la couche BMC



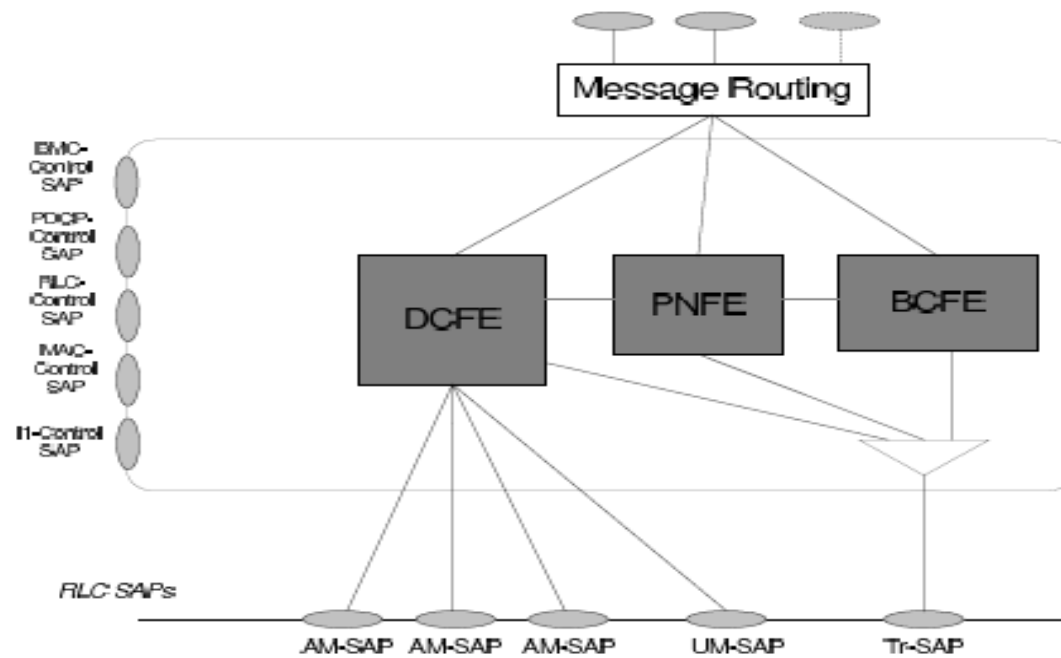


## Tâches de la couche BMC



- ◆ Sauvegarde des messages diffusés
- ◆ Contrôle des volumes de ressource radio pour les messages diffusés
- ◆ Transmission des messages vers l'UE

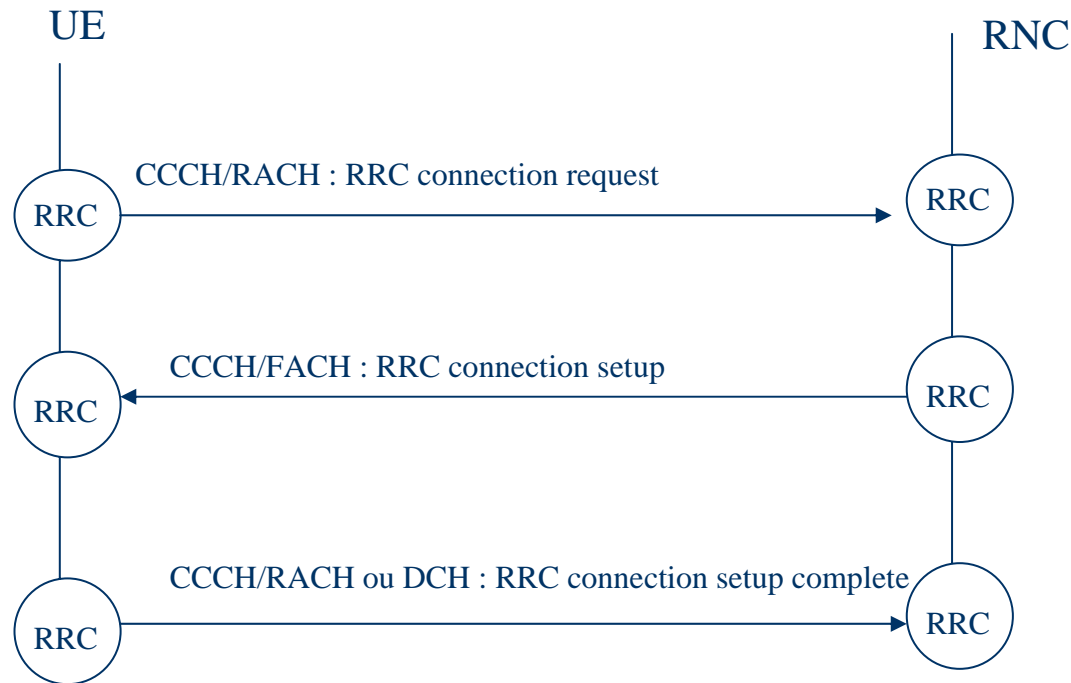
# Architecture Logique de la couche RRC



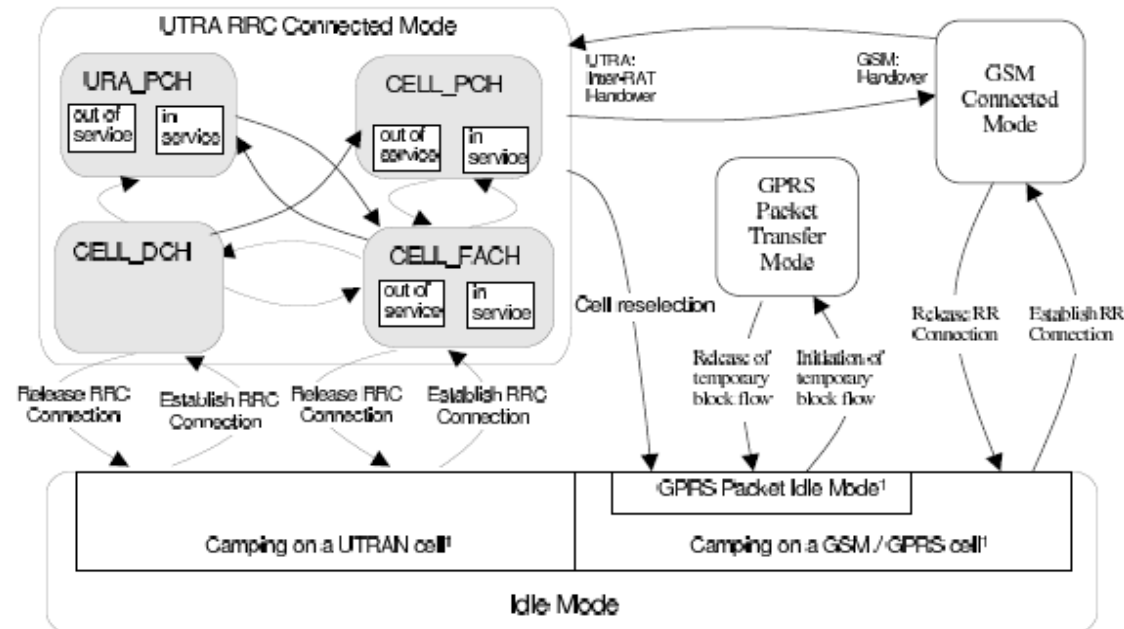
# Fonctions de la couche RRC

- ◆ Gestion de la connexion RRC
- ◆ Gestion des états de service de RRC
- ◆ Gestion de la diffusion des informations systèmes générées par l'UTRAN
- ◆ Gestion du paging
- ◆ Sélection initiale/ resélection de cellule
- ◆ Gestion de la mobilité dans l'UTRAN
- ◆ Contrôle des mesures
- ◆ Gestion des bearers radio

# Etablissement de connexion RRC



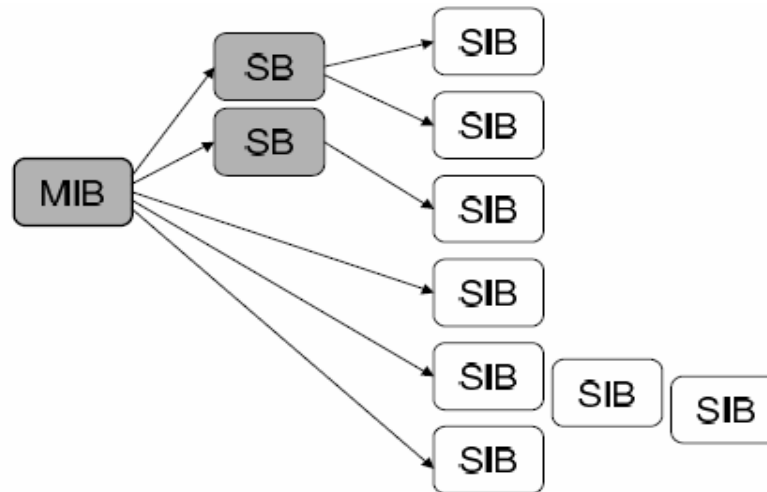
# Etats de la couche RRC et les transitions



# Les différents Etats de la couche RRC

- ◆ Mode veille : pas de connexion RRC entre l'UE et l'UTRAN
- ◆ Etat Cell\_DCH
  - Attribution des ressources dédiées radio (BCCH ou DCCH pour la signalisation)
  - Les ressources radios sont attribuées pour un cas de transfert temps réel
  - La transition vers Cell\_FACH se fait pas signalisation
- ◆ Etat Cell\_FACH
  - Pas de canaux dédiés, data transmise RACH&FACH
  - Ecoute du BCCH
  - Cell reselection est géré en informant le RNC
- ◆ Etat Cell\_PCH
  - UE est connu à la cellule prêt mais joignable par PCH (paging)
  - Ecoute du BCH et du BMC
  - Passe en Cell\_FACH après resélection
- ◆ Etat URA\_PCH
  - Execute Cell\_update si UTRAN change d'URA
  - DCCH ne peut pas être utilisé dans cet état tout passe par PCCH ou RACH

# System Information Block





# System Information Block

- ◆ Ces informations sont transmis sur le canal BCH
- ◆ Ce sont des messages spécifiques RRC
- ◆ Ce message peut transporter un ou plusieurs SIB , la nécessité de lire ses informations ainsi que leur organisation sont décrits dans le MIB (Master Information Block)
- ◆ On trouve aussi dans ce message les bloc d'agencement qui doivent être lus après le Master Information Block

# System Information Block

- ◆ SIB1 : Information sur les procédures NAS en mode veille ou connecté
- ◆ SIB2 : Identité de l'URA courante
- ◆ SIB3&SIB4 : Paramètre nécessaire à la sélection/resélection
- ◆ SIB5&SIB6 : Informations sur les canaux physiques
- ◆ SIB7,SIB8&SIB9 : Paramètres impliqués dans le RACH
- ◆ SIB10 : Paramètres associés à la procédure de DRAC
- ◆ SIB11 & SIB12 : Paramètres pour les mesures intra/interfréquences et inter RAT
- ◆ SIB 13 : Informations liées au cœur réseau ANSI41
- ◆ SIB 14 & SIB17 : Informations propres à l'UTRA TDD
- ◆ SIB 15 : Paramètres associés aux procédures de géolocalisation
- ◆ SIB 16 : Paramètres pour les configurations préétablis de bearer radio
- ◆ SIB 18 : Contient les identités des PLMN des cellules voisines

# Radio Bearer Signalisation

RAB	Canal Logique	Mode RLC	Utilisation
SRB0	CCCH	VM Transparent VD Non Acquitté	Transmission de message RRC(URA/cell update)
SRB1	DCCH	Non Acquitté	Transmission de message RRC
SRB2	DCCH	Acquitté	Transmission de message RRC
SRB3	DCCH	Acquitté	Transmission de messages NAS avec priorité haute
SRB4	DCCH	Acquitté	Transmission de messages NAS avec priorité basse

# NAS (Non Access Stratum)

- ◆ Sélection de réseau
- ◆ Maintenance de la localisation
- ◆ Inscription au réseau
- ◆ Les couches de la NAS en release 99/release 4
  - CM (CC,SS,SMS,SM)
  - Mobility (MM,GMM)

# Gestion du paging

- ◆ Utilisé pour rentrer en contact avec le mobile
- ◆ Paging de type 1
  - Transmis sur le canal logique PCCH
  - Reçu en mode veille ou Cell\_PCH ou URA\_PCH
  - Permet de notifier un appel entrant ou informer les modifications systèmes dans la cellule
- ◆ Paging de type 2
  - Paging dédié est utilisé dans l'état Cell\_Fach ou Cell\_dch pour notifier un appel entrant
- ◆ Si le paging a été enclenché par le cœur réseau, RRC informe la NAS et le domaine concerné
- ◆ S'il y a une modification des informations systèmes il y a relecture du BCH
- ◆ Si la prise en compte du paging fait passer dans l'état Cell-FACH il y a alors une procédure de cell update qui est lancée
- ◆ Le paging après avoir été géré par RRC pour l'établissement du lien radio passe la main à SM ou CC pour l'établissement de la communication

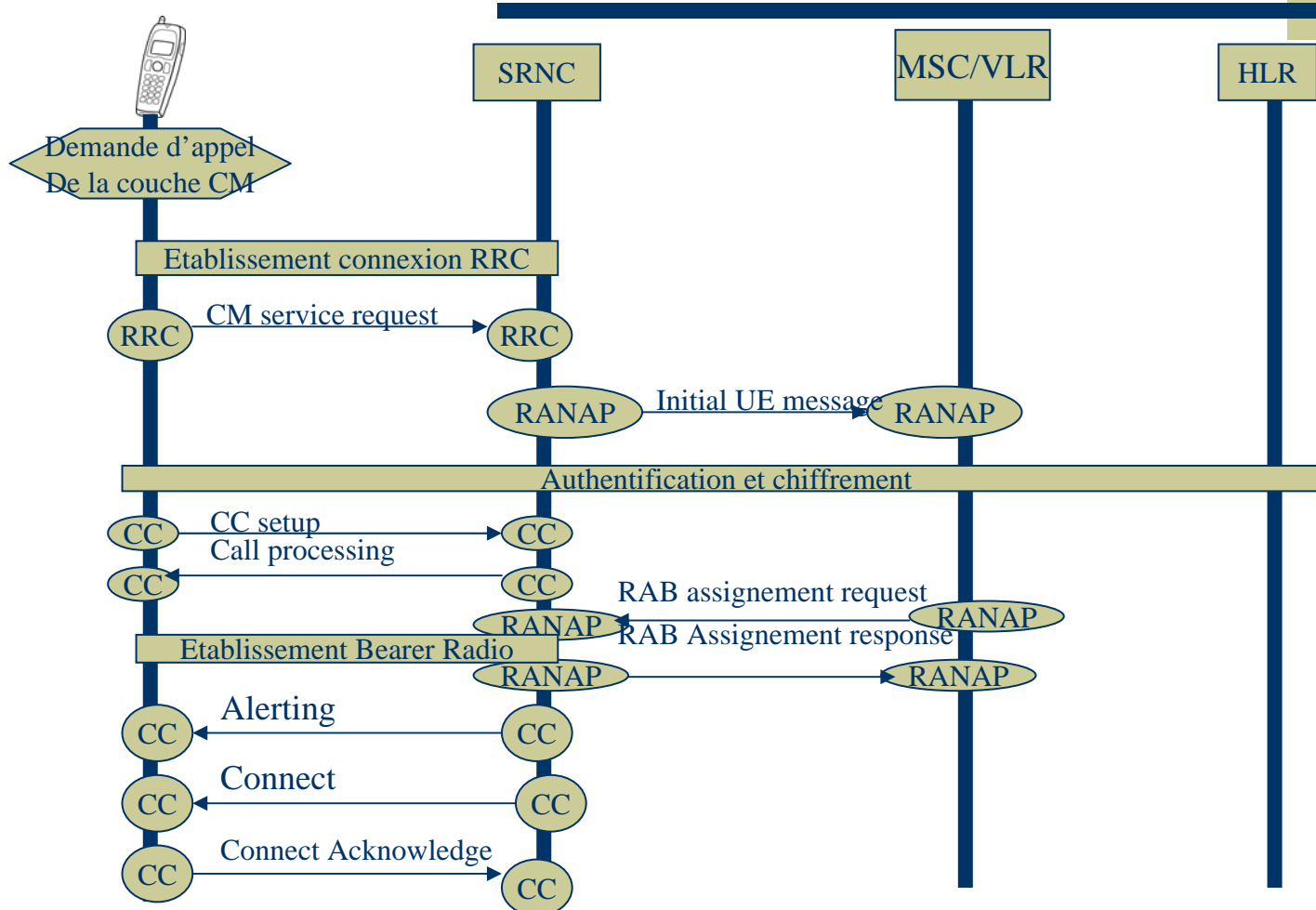
## Sélection/resélection de cellules et de réseaux

- ◆ Première tâche faite par la couche RRC mais aussi lors d'un passage en mode veille
- ◆ Sélection de la cellule selon un critère  $S$  qui est bon si  $>$  à un seuil de niveau de qualité et si  $>$  à un niveau de puissance minimum (avec potentiellement une compensation)
- ◆ La surveillance du paysage se fait en continue après la sélection initiale
- ◆ Après la sélection des potentielles cellules on va décoder les informations de PLMN avant de pouvoir s'inscrire
- ◆ La sélection se fait en mode automatique ou manuelle en donnant priorité au home PLMN

# Gestion de la mobilité

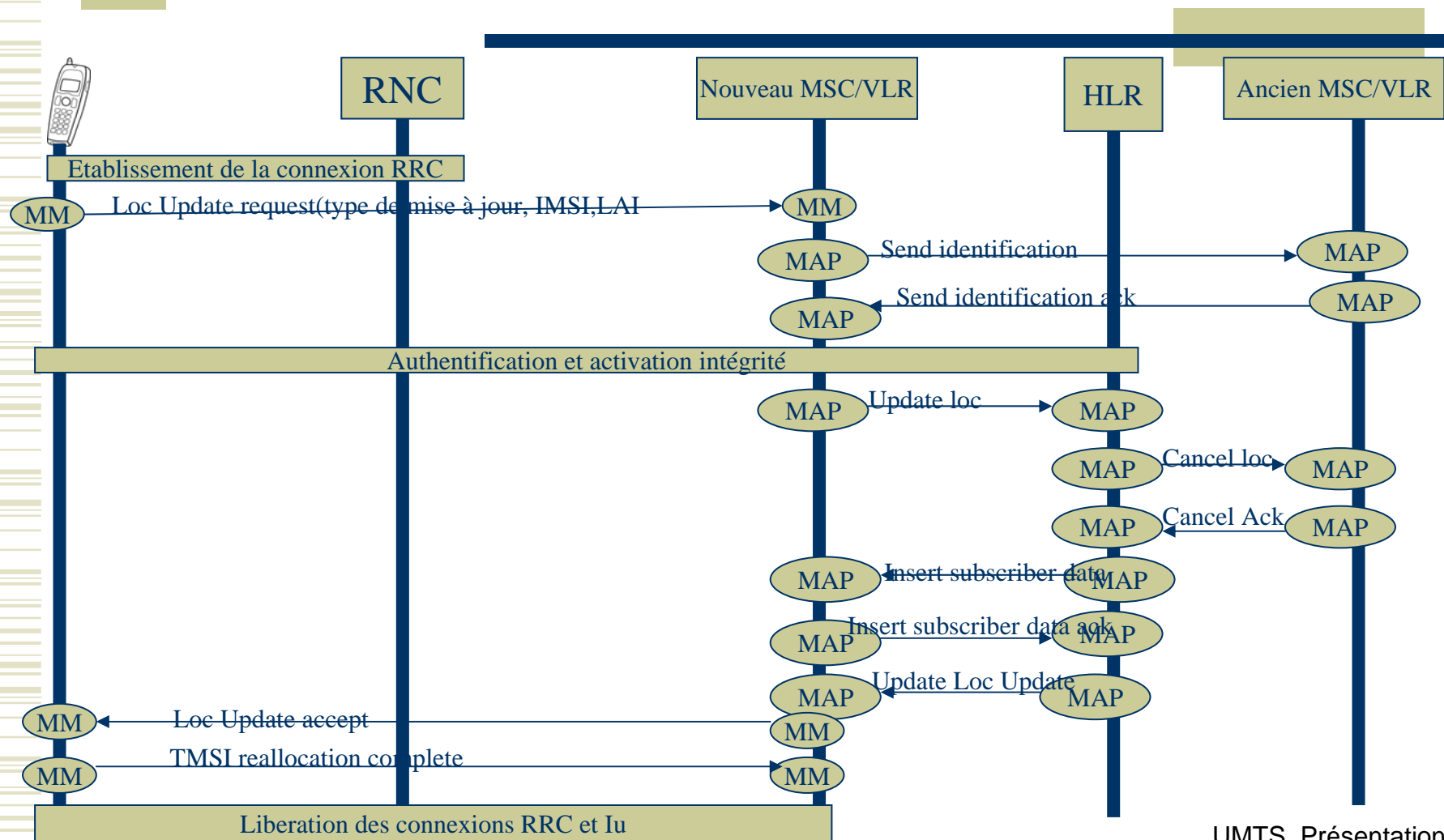
- ◆ La gestion de la mobilité est fonction de l'état RRC
- ◆ En mode veille le UE n'est pas connu au niveau de l'UTRAN, si l'UE est inscrit au domaine paquet ou CS c'est le cœur réseau qui gère la mobilité à l'aide du TMSI ou PTMSI
- ◆ La gestion de la mobilité se résume à la resélection de cellule ou à la préparation des mesures cellules voisines en utilisant les règles définies par l'UTRAN dans ses system information block
- ◆ En Mode URA\_PCH Cell\_PCH ou Cell\_Fach
  - Le Mobile possède un identifiant temporaire U\_RNTI, URA\_PCH, C\_RNTI
  - La gestion de la mobilité et des différents états est à l'initiative de l'UE
  - La procédure de cell update ne se fait que dans l'état Cell\_Fach
- ◆ Cell\_DCH
  - Le Mobile est connu à la cellule prêt
  - La mobilité est gérée par la couche mobilité du SRNC
  - La mobilité dans ce cas là est le handover (soft ou hard selon la technologie notamment le soft handover n'est pas possible en mode TDD)

# Exemple de communication sortant dans le domaine CS





# Exemple de procédure de location Update



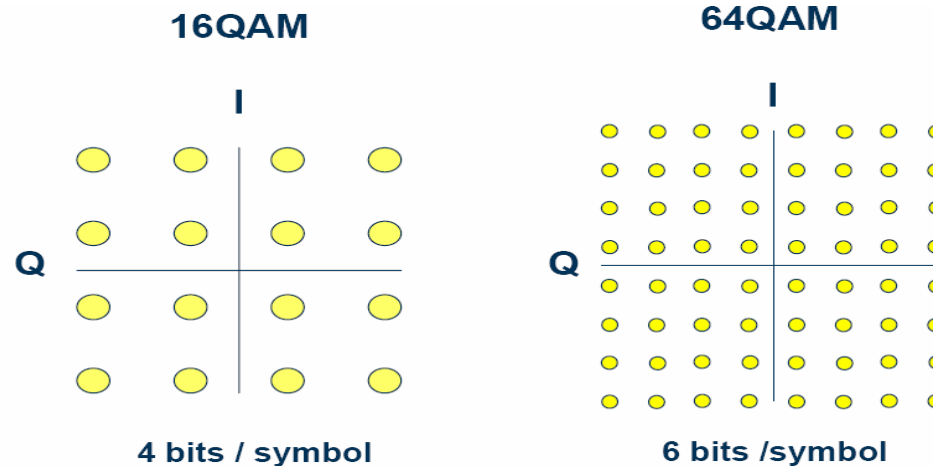


# La 3G : de L'UMTS au LTE

## VI Evolution

# HSDPA

- ◆ Fait partie de la release 5
- ◆ Volonté d'augmenter le débit en downlink
- ◆ Introduction de codage adaptatif et de meilleures techniques de retransmission
- ◆ Introduction d'une nouvelle modulation (16 QAM)
- ◆ Technique quasi généralisé dès 2007



# Impacts de l'HSDPA sur l'UTRAN

- ◆ Besoin d'une meilleure gestion de la répétition au niveau couche 2 du coup création au niveau MAC du MAC Hs qui va gérer le mécanisme de H\_ARQ (hybrid Automatic Repeat Request)
- ◆ Diminution de la latence de retransmission au niveau RRC
- ◆ Le Mac HS ne joue son rôle qu'entre le NodeB et le UE
- ◆ Création d'un nouveau canal de transport partagé entre les utilisateurs le HS-DSCH qui a son pendant physique HS-PDSCH
- ◆ HS-PDSCH est toujours associé à un DPCH (release 99 pour le contrôle de puissance) et un ou plusieurs HS-SCCH (High Speed Shared Control Channel)
- ◆ H-ARQ : le principe est de retransmettre au bout d'un certain temps de non acquittement les blocs non décodés correctement et de combiner ensuite les blocs non décodés avec les blocs retransmis pour augmenter la probabilité de décodage. Une deuxième approche est d'adapter le débits des bits transmis aux capacités des canaux et s'il y a des bits non acquittés on retransmet des bits non transmis. Ceci n'est possible que s'il ya une bonne redondance du au codage de canal
- ◆ Utilisation approfondie du débit variable.

## Catégorie des terminaux HSDPA

Catégories	Nbr Max de code	Intervalle Min entre TTI	Nbr Max débit dans un bloc TTI	Débit Max (Mbits)
1	5	3	7300	1.22
2	5	3	7300	1.22
3	5	2	7300	1.83
4	5	2	7300	1.83
5	5	1	7300	3.65
6	5	1	7300	3.65
7	10	1	14400	7.2
8	10	1	14400	7.2
9	15	1	20251	10.13
10	15	1	27952	13.98
11	5	2	3630	0.91
12	5	1	3630	1.82

# HSUPA

- ◆ Fait partie de la release 6
- ◆ Amélioration du DCH en voie montante (E-DCH)
- ◆ Prend toutes les améliorations de l'HSDPA
- ◆ Utilisation d'un Spreading Factor variable
- ◆ L'allocation des ressources radio et la couche Mac sont déplacés du RNC au NodeB
- ◆ Création d'un nouveau canal Physique (E-DPDCH) et les canaux de contrôles associés (E-RGCH pour la puissance E-AGCH pour l'access ....)
- ◆ Création d'une nouvelle entité Mac, Mac-e pour gérer les nouveaux canaux physiques

## Catégories de terminaux HSUPA

Nbr de EDCH supportés	Nbr Max de code	SF	TTI (ms)	Nbr Max de bit	Débit utile
1	1	4	10	7110	0.71
2	2	4	10	14484	1.45
2	2	4	2	2798	1.4
3	2	4	10	14484	1.45
4	2	2	10	20000	2
4	2	2	2	5772	2.69
5	2	2	10	20000	2
6	4	2	10	20000	2
6	4	2	2	11484	5.74

# HSPA+

- ◆ Fait partie de la release 7
- ◆ HSPA regroupe les technologies HSDPA & HSUPA
- ◆ Utilisation de la 64 QAM
- ◆ Volonté d'accroître la capacité de transfert et le débit pic
- ◆ Volonté de diminuer la durée des échanges de signalisation
- ◆ Volonté de converger vers le tout paquet même pour la parole (introduction du protocole SIP)
- ◆ Volonté d'avoir des performances proches du LTE
- ◆ Utilisation du 64 QAM

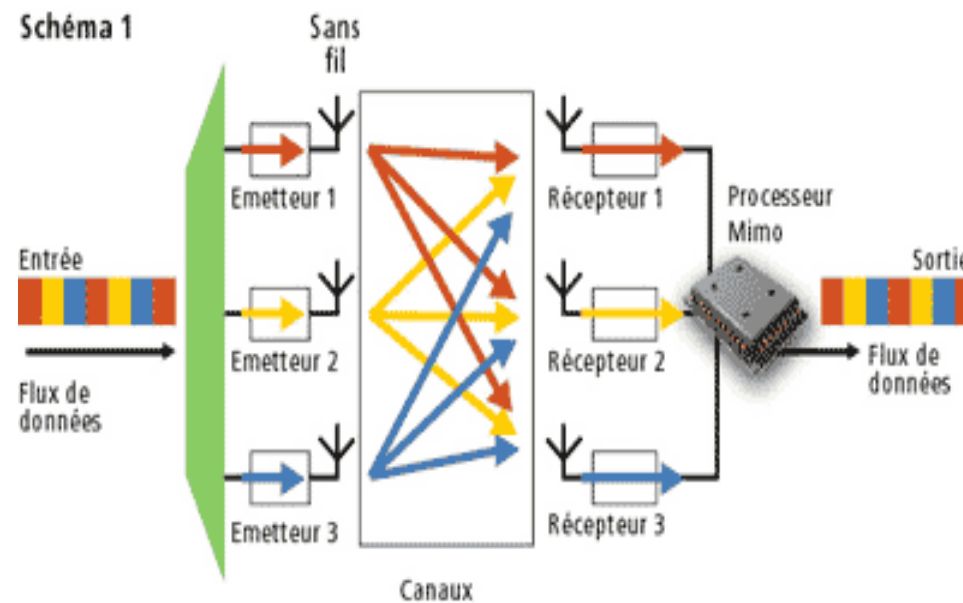


## HSPA+: MIMO (TS 25876)

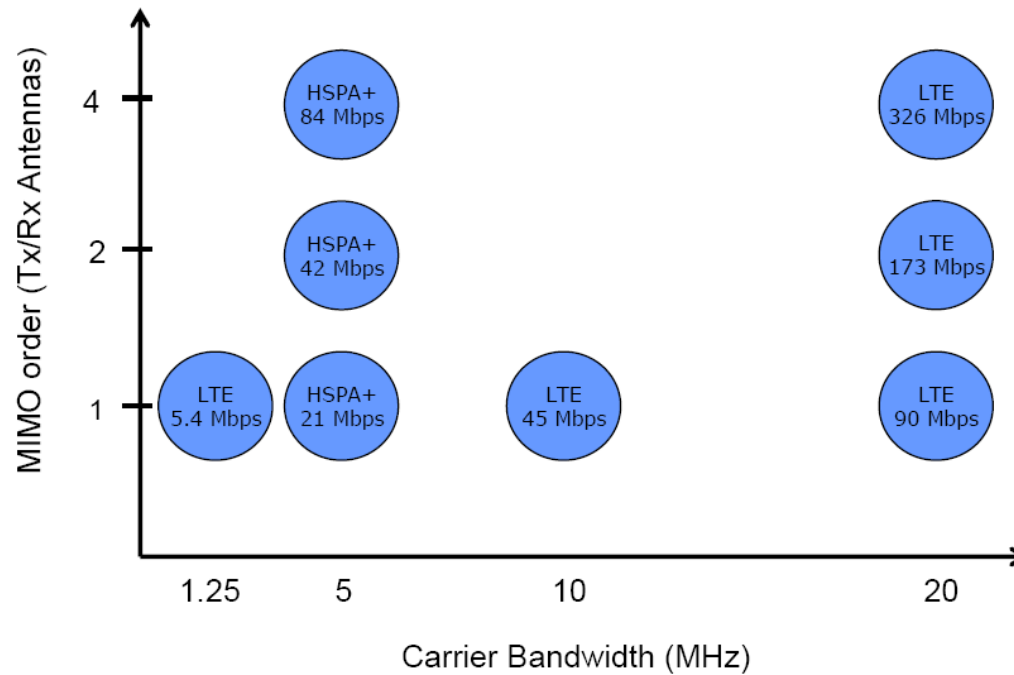
- ◆ Technique utilisée pour accroître la capacité dans la voie descendante
- ◆ Repose sur l'utilisation de plusieurs antennes en émission ainsi qu'en réception
- ◆ Les multi antennes permettent en exploitant les différents trajets en réception d'augmenter le débit pic
- ◆ Utilisation du PARC (Per Antenna Rate Control) pour adapter le débit sur chaque antenne à la qualité radio
- ◆ Utilisation possible aussi du « double Transmit Adaptive Array » qui permet de sectoriser un groupe de 4 antennes et de faire varier le gain transfert zr le débit en fonction de la qualité.

# HSPA+: MIMO (TS 25876)

## Le principe de la technique MIMO



# Mimo et débit



## HSPA+: CPC (continuous packet connectivity) (TS 25903)

- ◆ Ensemble de techniques qui permettent de diminuer le trafic de signalisation
- ◆ Détection des périodes d'inactivités pour arrêter l'émission ou la réception
- ◆ Réduction de la périodicité des mesures de qualités
- ◆ Nouveau format du DPCCH pour maintenir une synchronisation et un contrôle de puissance si la transmission de données doit reprendre

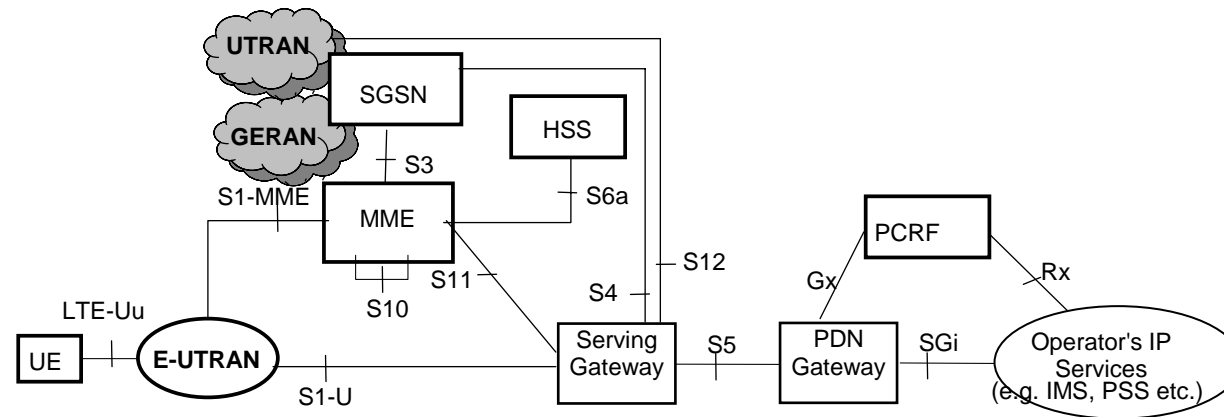
# HSPA+ : architecture simplifiée dans le domaine PS

- ◆ Volonté d'accélérer le temps de parcours des messages en regroupant le RNC et le NodeB (OTA : One Tunnel Architecture)
- ◆ Réduction des coûts de déploiement en réduisant le nombre d'éléments
- ◆ Intégration des femtocells facilités
- ◆ Préfigure l'architecture du LTE

# LTE

- ◆ Release 8 (décembre 2008 gèle des standards)
- ◆ Utilisation flexible du spectre de fréquences pour s'adapter aux bandes existantes
- ◆ Augmentation des débits 100Mbps en downlink et 50Mbps en uplink
- ◆ Réduction des délais dans le plan usager et de contrôle
- ◆ Réduction des temps de changement d'états (100, 50 ms) et réduction du nombre d'états RRC (4 -> 2)
- ◆ Volonté de simplifier l'interconnexion avec des réseaux existants (3G, 2G, WLAN) ou future
- ◆ Passage au tout IP pour les services (MBMS, voix, video ...)
- ◆ Reprise de l'architecture OTA de l'HSPA+
- ◆ Changement de l'UTRAN en E-UTRAN avec introduction de l'OFDMA

# Architecture globale du LTE

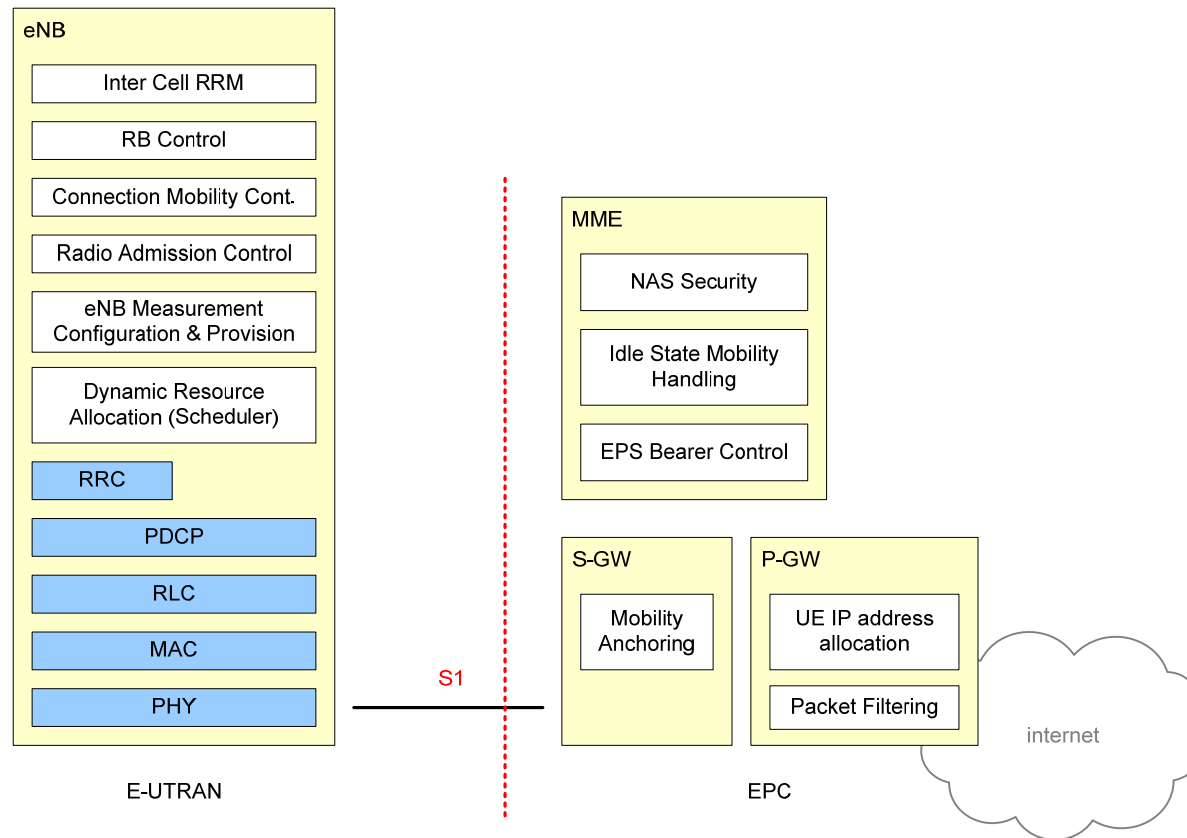


# Présentation des éléments du LTE

- ◆ MME (Mobility Management entity) entité qui gère toutes les procédures ex NAS(authentication, chiffrement, mobilité ..) des UE
- ◆ SGW (Serving Gateway) point d'ancrage après du LTE/E-UTRAN. Cette entité gère les bearers radios dans le plan usager et gère aussi tout l'aspect handover entre le LTE et d'autres réseaux 3G ou non
- ◆ PDN Gateway (Packet Data Network Gateway) , cette entité gère l'interconnexion avec les réseaux externes 3GPP ou non essentiellement sur l'aspect transmission de données



# Décomposition en couche du LTE



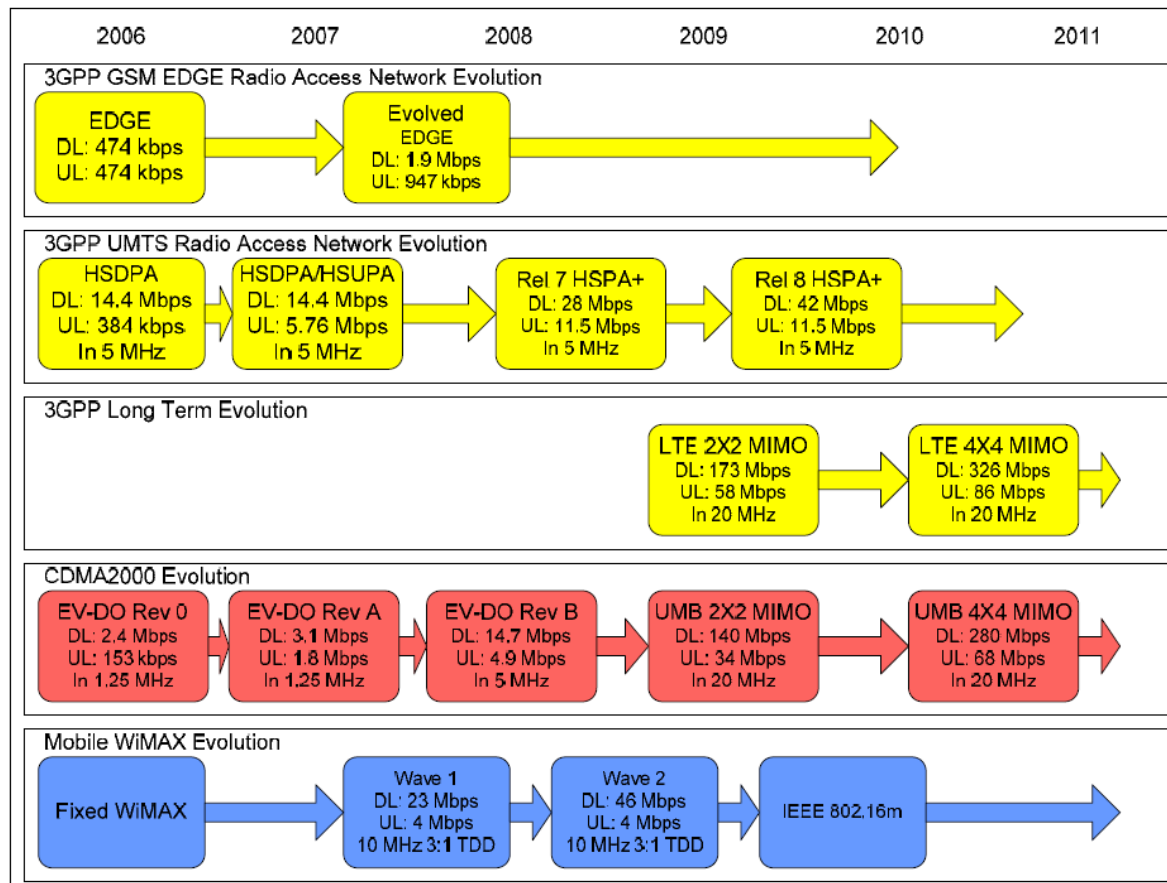
# Evolution de la couche Physique de l'E-UTRAN

- ◆ RNC&NodeB regroupé ensemble
- ◆ Introduction de la technologie OFDMA qui combine le CDMA à la transmission sur plusieurs porteuses orthogonales (envoyées en parallèle ou en série) exploitant au mieux les multitrajets (facilité aussi par le Rake receiver)
- ◆ Possibilité aussi d'utiliser la technologie MIMO
- ◆ Evolution de la notion de PDP contexte à EPS Radio Bearer Context

## Résumé de la 1G à 4G

- ◆ 1G NMT • AMPS • DataTAC • TACS • ETACS
- ◆ 2G GSM • D-AMPS • IS-95 • PDC • CSD • PHS • GPRS • HSCSD •
- ◆ 2.75G EDGE/EGPRS • CDMA2000 (1xRTT)
- ◆ 3G UMTS (W-CDMA) • CDMA2000 (1xEV-DO/IS-856) • FOMA • TD-SCDMA • GAN/UMA • WiMAX
- ◆ 3.5G UMTS (HSDPA) • UMTS (HSUPA) • CDMA2000 (EV-DO Rev.A)
- ◆ 3.75G UMTS (HSPA+) • CDMA2000 (EV-DO Rev.B/3xRTT)
- ◆ 4G Flash-OFDM • 3GPP LTE

# Résumé des Evolutions dans les télécommunications





# La 3G : de L'UMTS au LTE

## Conclusion

# Conclusion

- ◆ Le monde des télécommunications sans fils est en permanente évolution et en 15 ans nous sommes passés de la 1G à la Pre 4G
- ◆ On assiste à une convergence Mobile/Internet avec une course au débit
- ◆ Il est toutefois plus difficile de trouver l'application qui permettra d'accrocher l'utilisateur et de le faire « consommer du débit »
- ◆ La convivialité (Interface utilisateur), l'interactivité et le multimédia nomade sont sûrement les bases de cette application mais tout reste ouvert.
- ◆ D'un point de vue technique de multiplexage l'étalement de spectre est devenu incontournable et en pre 4G on l'associe à l'OFDM
- ◆ La concurrence entre opérateur elle va être relancée par l'attribution d'une nouvelle licence

# Références

- ◆ UMTS par Javier Sanchez et Mamadou Thioune (3<sup>ème</sup> édition Editions Hermes)
- ◆ Site du 3gpp : <http://www.3gpp.org>
- ◆ Site du 3G america : <http://www.3gamericas.org>



# Mon site sur les télécommunications



- ◆ <http://www.roulet.eu>