HAL
open science

Migration du GSM à HSxPA/WCDMA

Joseph Fadous

To cite this version:

Joseph Fadous. Migration du GSM à HSxPA/WCDMA. Electronique. 2013. dumas-01261541

HAL Id: dumas-01261541

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01261541v1

Submitted on 25 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

Institut des Sciences Appliquées et Economiques

ISAE – Cnam Liban

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

EN

ELECTRONIQUE

Par

FADOUS Joseph

Migration du GSM à HSxPA/WCDMA

Soutenu en Février/2013 devant le jury composé de :

Président: M. Michel Terré
Membres: M. Khaled Itani
M. Abbas Ibrahim
M. Alain Bassil
M. Bilal Maaz
M. Khaled Mawass
M. Khalil Khalife

Remerciements

Je tiens à remercier vivement Mr. le professeur Michel Terré, Directeur de l'EICnam, d'avoir bien voulu faire le déplacement jusqu'à Beyrouth pour présider le jury de soutenance de ce mémoire.

De même je remercie tous les membres de ce jury :

- Dr. Khaled Mawass responsable radio et l'ingénieur Khalil khalifeh responsable transmission et core.

Pour leur présence et pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de ce travail.

Ainsi qu'à Mr. Elias el Hachem, directeur de l'ISAE-Cnam Liban à Mr. Chaouki Diab, directeur adjoint et à Mr. Khaled Itani, Chef du département génie électrique pour la qualité de leurs travaux au service de notre institut et pour m'avoir encouragé tout au long de mes études.

Je tiens à remercier et à exprimer ma profonde gratitude à mon tuteur Mr. Ibrahim Abbas qui a accepté de diriger ce travail et n'a pas économisé ses efforts pour me permettre de le mener à bien.

Enfin, ma sincère gratitude va à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce projet.

Résumé

Les systèmes de radiotéléphonie mobile sont maintenant une référence au niveau mondial. La demande en capacité et en couverture augmente de jour en jour. Ainsi les différents opérateurs se dirigent vers l'installation de systèmes à haute capacité. Cet ouvrage présente un guide pour l'installation des systèmes de HSxPA (High Speed UL & DL Packet Access), qui contient :

- ✓ Une partie théorique qui explique la démarche à faire pour réaliser ces systèmes. Cette partie explique les méthodes d'estimation de couverture, de capacité et de dimensionnement demandées ainsi que les techniques de travail des équipements utilisées dans le système comme les antennes, les différents types de NodeB, les câbles coaxiaux et les câbles en Fibre Optique.
- ✓ Une partie pratique qui décrit le design, le site survey, l'installation et la supervision de système 3G, enfin les résultats des Drive Test reflètent l'installation du réseau serait présentés.

Abstract

The mobile radio systems are now a world reference. The demand for capacity and coverage is increasing day by day; the various operators are moving towards the installation of a system with high capacity. This book provides a guide to the installation of HSxPA, which contains:

- ✓ A theoretical approach to explaining how to complete these systems. This section explains the estimation of coverage, capacity and dimensioning required and the technical work of the equipment used in the system such as antennas, different type of NodeBs, coaxial cables and optical fiber cables.
- ✓ A practical part that describes the design, installation and supervision of a system 3G. And the results of the drive test which evaluate all the works.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS 2
RESUME 3
LISTE DES FIGURES 9
GLOSSAIRES 12
HISTORIQUE 16
Chapitre 1 : Le Concept GSM
1.1 INTRODUCTION 19
1.2 CONCEPT CELLULAIRE 20
1.2.1 DEFINITION 20
1.2.2 MOTIF DE REUTILISATION DANS UN RESEAU REGULIER 20
1.2.3 LIEN ENTRE C/I ET MOTIF DE REUTILISATION 22
1.3 PLANIFICATION NON REGULIERE 23
1.4 LES EQUIPEMENTS D'UN RESEAU GSM 23
1.5 ARCHITECTURE MATERIELLE DU SOUS SYSTEME RADIO BSS 24
1.5.1 NCTIONS DE LA BTS 24
1.5.2 FONCTIONS DU BSC 25
1.6 ARCHITECTURE MATERIELLE DU SOUS-SYSTEM FIXE NSS 26
1.6.1 FONCTIONS DU HLR 26
1.6.2 FONCTIONS DU MSC 28
1.6.3 FONCTIONS DU VLR 28
1.7 SOUS SYSTEME D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE OSS 29
1.7.1 L'ADMINISTRATION DE RESEAU 29
1.7.2 ARCHITECTURE DE TMN 30
1.7.3 FONCTIONS DE L'EIR 30
1.7.4 FONCTIONS DE L'AUC 30
1.7.5 PRESENTATION DE L'OMC ET DU NMC 31
1.8 PRESENTATION DES INTERFACES 31
1.9 LA STATION MOBILE DE L'UTILISATEUR FINAL 33
1.9.1 LE MOBILE 33
1.9.2 LA CARTE SIM 33
1.10 INFRASTRUCTURE D'UN RESEAU GPRS 34
1.10.1 PRESENTATION DE L'INFRASTRUCTURE d'UN RESEAU 34
1.11 LES EQUIPEMENTS D'UN RESEAU GPRS 35
1.11.1 LE NŒUD DE SERVICE(SGSN) 35
1.11.2 LE NŒUD DE PASSERELLE (GGSN) 36
1.11.3 LE MODULE BG POUR LA SECURITE 36
1.11.4 LE ROUTEUR IP 36

1.11.5 LE MODULE PCU SUR LES BSC ET LE MODULE CCU LES BTS 36
1.11.6 LE MOBILE GPRS 37
1.11.7 LA CARTE SIM 37
1.12 LES EQUIPEMENTS GSM UTILISE 37
1.13 L'ACHEMINEMENT EN MODE PAQUET 39
1.14 LES APPORTS DU RESEAU GPRS 39
1.15 LA GESTION D'ITINERANCE 40
1.16 CONCLUSION SUR LES RESEAUX GPRS 40
1.17 CONCLUSION 41
Chapitre 2 : Le Concept HSXPA
2.1 INTRODUCTION 42
2.2 LA NORME UMTS 43
2.2.1 ARCHITECTURE D'UN RESEAU UMTS 44
2.2.2 LES CANAUX UMTS 45
2.3 LE PRINCIPE DU HSDPA 45
2.3.1 LES CANAUX HSDPA 47
2.3.2 ARCHITECTURE DES PROTOCOLES 51
2.4 LES EVOLUTIONS TECHNIQUES DE LA TECHNOLOGIE HSDPA 52
2.4.1 MODULATION ET CODAGE ADAPTATIF 54
2.4.2 MECANISME DE RETRANSMISSION HYBRIDE HARQ 57
2.4.3 ORDONNANCEMENT RAPIDE 58
2.4.4 FAST CELL SITE SELECTION [FCSS] 60
2.4.5 LES DEBITS DE HSDPA 60
2.5 HIGH SPEED UPLINK PACKET ACCESS 62
2.5.1 LES CANAUX HSUPA 62
2.5.2 L'ARCHITECTURE DES PROTOCOLES 63
2.5.3 LES DEBITS DE HSUPA 63
2.6 MIMO ET HSDPA 64
2.7 CONCLUSION 65
Chapitre 3 : Site survey
3.1 INTRODUCTION 66
3.2 EQUIPEMENT DU SITE SURVEY 66
3.3 RECHERCHE DES SITES 66
3.4 VISITES DES SITES 66
3.5 TYPE DE CANAL 3GPP 67
3.6 DEFINITIONS DES BESOINS 67
3.7 PLAN DE CELLULE NOMINAL 69
3.8 REDACTION DU RAPPORT 70
3.9 CONCLUSION 70
Chapitre 4 : Installation des sites

4.1 INTRODUCTION 71
4.2 DEFINITION RBS 6601 STATION A DISTANCE 71
4.3 RBS 6601 ARCHITECTURE DU HARWARE 71
4.3.1 RBS 6601 MAIN UNIT 73
4.3.2 RBS 6601 INDOOR MAIN UNIT 73
4.3.3 DIGITAL UNIT DU GSM 74
4.3.4 UNITE DIGITALE POUR WCDMA 74
4.3.5 UNITE DIGITALE POUR LTE 75
4.4 UNITE RADIO A DISTANCE 75
4.4.1 RRUW, RRUS01 ET RRUS11 75
4.5 LIAISON INTERFACE OPTIQUE 76
4.6 SOLUTION POUR LE SITE 77
4.6.1 UNITE D'ALARME 77
4.7 APPLICATIONS POUR RBS 6601 77
4.7.1 SITE INTERNE POUR UNE FORTE DENSITE URBAINE 77
4.7.2 SITE DE BAULIEU AVEC SHELTER 78
4.7.3 SITE DE COUVERTURE AUTOROUTIERE 78
4.7.4 COUVERTURE EN INTERIEURE 79
4.8 RBS 6201 STATION DE BASE A L'INTERIEUR 80
4.8.1 RBS 6201 CARACTERISTIQUES TYPIQUE DE DEPLOIEMENT 80
4.8.2 SITE D'INTERIEUR POUR ZONE URBAINE 81
4.9 ARCHITECTURE DU MATERIEL (HW) 81
4.9.1 LE RBS 6201 ETAGERE RADIO POUR GSM 82
4.9.2 UNITE RADIO POUR WCDMA (RUW) 83
4.9.3 UNITE RADIO POUR LTE (RUL) 83
4.9.4 RADIO MULTI STANDARD (RUS) 83
4.9.5 UNITE DIGITALE POUR GSM (DUG) 84
4.9.6 UNITE DIGITALE POUR WCDMA 84
4.9.7 UNITE DIGITALE POUR LTE 85
4.10 SYSTEME D'ALIMENTATIONS POUR RBS 85
4.10.1 SAUVEGARDE DE LA BATTERIE 86
4.11 SYSTEME DE CLIMATISATION 87
4.11.1 SUPPORT CONTROL UNIT (SCU) 87
4.12 UNITE SYSTEME DE SITE RBS 87
4.12.1 SYSTEME D'ANTENNE ET TMA 87
4.12.1.1 PROTOCOLE DE COMMUNICATION 3GPP/AISG 2.0 87
4.12.2 UNITE SUPPORTE ALARME 88
4.13 FONCTIONNALITE DU RESEAU DE TRANSPORT 88
4.14 RBS 6102 STATION DE BASE A L'EXTERIEURE 90
4.15 CONCLUSION 90

Chapitre 5: Drive Test

5.1 INTRODUCTION 91
5.2 SSV DRIVE TEST 91
5.2.1 DEFINITION DU SSV DRIVE TEST 91
5.2.2 LES EQUIPEMENT DU SSV DRIVE TEST 91
5.2.3 PREPARATION DU SSV DRIVE TEST 92
5.2.4 COLLECTE DES INFORMATION LORS DU SSV DRIVE TEST 94
5.2.4.1 SWAPPED FEEDERS (CABLE TRONQUES) 94
5.2.4.2 COVERAGE HOLLS (FAIBLESS DE COUVERTURES) 95
5.2.4.3 OVERSHOOTING CELL 95
5.3 CLUSTER DRIVE TEST 97
5.3.1 DEFINITION DU CLUSTER DRIVE TEST 97
5.3.2 LES EQUIPEMENTS DU CLUSTER DRIVE TEST 97
5.3.3 PREPARATION DU CLUSTER DRIVE TEST 98
5.3.4 COLLECTE DES INFORMATION LORS DU CLUSTER DRIVE TEST 98
5.3.4.1 TEMS INVESTIGATION 98
5.3.4.2 COLLECTE DE DONNEES/DRIVE TESTING 99
5.3.4.3 LES MESURES DU SCANNER 99
5.3.4.4 ANALYSES 100
5.3.4.5 TEMS INVESTIGATION-UE PACKET DATA TEST 110
5.3.4.6 TEMS INVESTIGATION KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIs) 111
5.4 CONCLITION 114

Chapitre 6 : Dimensionnement

6.1 INTRODUCTION 115
6.2 RADIO ACCESS BEARERS (RABs) 115
6.3 LES RAB SOUTENU PAR LE RAN P5 116
6.4 EXEMPLE DES BESOINS DU RESEAU 120
6.5 LE DIMENSIONNEMENT DU CIRCUIT SWITCHED 121
6.6 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT PREMIERE ETAPE (5sites) 121
6.7 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT DEUXIEME ETAPE (5site) 123
6.8 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT TROISIEME ETEPE (5sites) 125
6.9 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT QUATERIEME ETEPE (5sites) 127
6.10 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT CINQUIEME ETEPE (5sites) 129
6.11 AUGMENTER LES NOMBRES DES SITES 5 À 6 129
6.12 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT DEUXIEME ETEPE (6sites) 130
6.13 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT TROISIEME ETEPE (6sites) 130
6.14 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT QUATERIEME ETEPE (6sites) 132
6.15 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT CINQUIEME ETAPE (6sites) 133
6.16 AUGMENTER LES NOMBRES DES SITES DE 6 À 7 133
6.17 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT DEUXIEME ETAPE (7sites) 134

6.18 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT TROISIEME ETAPE (7sites) 134
6.19 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT QUATERIEME ETAPE(7sites) 136
6.20 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT CINQUIEME ETAPE (7sites) 137
6.21 LE PROCESSUS DU DIMENSIONNEMENT SIXIEME ETAPE (7sites) 138
CONCLUSION 139
BIBLIOGRAPHIE 141
ANNEX 1 : EQUIPEMENTS INSTALLES
A1-1 : BASE STATION ANTENNA 142
A1-2 : ASC SYSTEME COINTROLE D'ANTENNA 142
A1-3 : TRIPLEXER (900, 1800, 2100) 144
ANNEX2 : SWAPPED FEEDER
A2-1 : FULL SWAP (ENTRE 3 CELLULES) 145
A2-2 : SWAP (ENTRE 2 CELLULES) 146
ANNEX 3 : HSxPA VALUE
A3-1 : HSDPA VALUE 147
A3-2 : HSUPA VALUE 148
ANNEX 4 : EXPLICATIONS DES FORMULES
A4-1 : EXPLICATION DE M_{pole} POUR SPEECH, CS64 ET PS64 3KM/H UL 149
A4-2 : EXPLICATION DE M_{pole} POUR SPEECH, CS64 ET PS64 3KM/H DL 153
ANNEX 5 : TECHNICAL SITE SURVEY REPORT 157

LISTE DES FIGURES

Figure1-1 : Exemple de motifs 21
Figure1-2 : Exemple de répartition de 10 fréquences suivant un motif 21
Figure1-3 : Fonction de répartition du C/I pour différents motifs 22
Figure1-4 : Taille des cellules fonction du trafic à écouler 23
Figure1-5 : Architecture matérielle du NSS 27
Figure1-6 : Nom de l'interface Localisation Utilisation 32
Figure1-7 : le réseau GPRS 35
Figure1-8 : Les interfaces réseau GPRS 38
Figure2-1 : Architecture d'un réseau UMTS 44
Figure2-2 : Évolutions des canaux en technologie HSDPA 47
Figure2-3 : Comparaison du canal HS-DSCH avec les autres canaux du lien descendant 48
Figure2-4 : Relation du timing entre le canal HS-SCCH et HS-DSCH 49
Figure2-5 : Architecture globale des couches MAC/MAC-hs [UTRAN] 52
Figure2-6 : Détails de l'architecture des couches MAC/MAC-hs 53
Figure2-7 : Détails de l'architecture des couches MAC/MAC-hs 55
Figure2-8 : Schéma de modulation et de codage MCS sur le lien descendant 56
Figure2-9 : Catégories de terminaux supportant la technologie HSDPA 56
Figure2-10 : Les catégories de terminaux HSDPA 61
Figure2-11 : Les catégories de terminaux HSUPA 64
Figure3-1 : Type de canal 3GPP 67
Figure3-2 : Table de classification des zones 68
Figure3-3 : COST 231 classification des cellules 69
Figure3-4 : COST 231 classification des cellules illustration 70
Figure4-1 : RBS 6601 Main Unit (MU) et Remonte Radio Unit (RRU) 72
Figure4-2 : RBS 6601 3-secteur site 72
Figure4-3 : Indoor Main Unit 73
Figure4-4 : RBS 6601 Main Unit avec DUG/DUL 73
Figure4-5 : RBS 6601 Main Unit avec DUW 74
Figure4-6 : Unité radio à distance (RRUW/RRUS01 et RRUS11) 75
Figure4-7 : sites internes pour une forte densité urbaine 77
Figure4-8 : site de Baulieu (shelter) 78
Figure4-9 : site de couverture autoroutière 79
Figure4-10 : Couverture en intérieure 79
Figure4-11 : Station de base RBS 6201 à l'intérieur 80
Figure4-12 : Site pour zone urbaine 81
Figure4-13 : RBS 6201 architecture du matériel 82
Figure4-14 : Etagère radio 82

Figure4-15 : Système d'alimentation pour le RBS 85
Figure4-16 : BBU 6201 86
Figure4-17 : BBS 6201 86
Figure4-18 : le réseau de transport dans le RBS 6201 88
Figure4-19 : RBS 6102 station de base à l'extérieure 90
Figure5-1 : Equipement du SSV drive test 92
Figure5-2 : Les équipements du SSV drive test 93
Figure5-3 : DownLink Scrambling Code 94
Figure5-4 : Le câble de connections sur le haut du cabinet(NodeB) 94
Figure5-5 : Le parcours en voiture doit être effectué dans les deux sens 95
Figure5-6 : Nous montre comment la faiblesse de couverture apparait grâce à la faiblesse de la puissance du CPICH 95
Figure5-7 : Exemple de l'analyse en voiture d'une Coverage Holes 95
Figure5-8 : l'échange de câble entre les cellules apparait dans la figure ci-dessous, comme SC 48 et SC 64 96
Figure5-9 : Overchooting problème 96
Figure5-10 : Exemple d'Overchooting cell pour le SC 210 97
Figure5-11 : Pilot scanning plus les mesures de l'appel vocal 99
Figure5-12 : Long call, short call 101
Figure5-13 : Mobile originated call for CS 12.2Kbps speech service: Signaling Connection Establishment 102
Figure5-14 : Up Link/Down Link imbalance 103
Figure5-15 : UE events plot dans Route Analysis 104
Figure5-16 : Mesures des Ec/No, RSCP, RSSI et SIR de TEMS Investigation et dropped Call 105
Figure5-17 : La raison du drop call par rapport au TEMS Investigation 106
Figure5-18 : Distribution de Handover essais ratées 107
Figure5-19 : Rapport de mesure 107
Figure5-20 : Active Set Update 108
Figure5-21 : Active set complète et message de mesure de control 109
Figure5-22 : Mesures de BLER de TEMS Investigation Data collection 110
Figure5-23 : Le diagramme voir la différence entre la connections et la session 112
Figure5-24 : paquet d'appel montre session throughput et Thold 113
Figure5-25 : PS Spreading Factor Usage dans le TEMS Investigation 114
Figure6-1 : Radio Access Bearers (RABs) 115
Figure6-2 : P5 Convertional RABs 116
Figure6-3 : RABs Streaming P5 117
Figure6-4 : RAB Interactive P5 117
Figure6-5 : Combinaisons RAB P5 (1 & 2) 118
Figure6-6 : Combinaisons RAB P5 (3 & 4) 119

Figure6-7 : Type de service de dimensionnement 120
Figure6-8 : des besoins du réseau 120
Figure6-9 : Abonnés servis avec 70% UL load 122
Figure6-10 : Abonné servi avec 76% DL load 123
Figure6-11 : Estimation charge UL/DL 124
Figure6-12 : les pertes pour UL budget 125
Figure6-13 : les pertes de Link budget recommandé par Ericsson 125
Figure6-14 : calcul du champ de la cellule 126
Figure6-15 : Calcul pour interférence margin UL 126
Figure6-16 : Les pertes pour DL budget 127
Figure6-17 : calcul de la puissance CPICH 128
Figure6-18 : Calcul de la puissance totale 129
Figure6-19 : Estimation charge UL/DL 130
Figure6-20 : Le calcul du champ de cellule (6sites) 130
Figure6-21 : UL interférence margin (6sites) 131
Figure6-22 : Calcul de la puissance CPICH 132
Figure6-23 : Le calcul de la puissance totale (6sites) 133
Figure6-24 : Estimation charge UL/DL 134
Figure6-25 : Le calcul du champ de cellule (7sites) 134
Figure6-26 : UL interférence margin (7sites) 135
Figure6-27 : Le calcul de la puissance CPICH (7sites) 136
Figure6-28 : Le calcul de la puissance totale (7sites) 137
Figure6-29 : Le calcul de la puissance DCH 138

GLOSSAIRE

3G 3rd Generation of wireless communication technology
3GPP 3rd Generation Partnership Project
A
AAL2 ATM Adaptation Layer Type 2
ACK Acknowledgement
AICH Acquisition Indicator Channel
ALCAP Access Link Control Application Part
AM Acknowledged Mode
AMR Adaptive MultiRate Speech Codec
AP Access Preamble
APN Access point Name
ARQ Automatic Repeat Request
AS access Stratum
AC Alternating Current
ACCU AC Connection Unit
AISG Antenna Interface Standards Group
ASC Antenna System Controller
ATM Asynchronous Transfer Mode
AMC Adaptive Modulation and Coding
B
BBS Battery Backup System
BBU Base Backup Unit
BER Bit Error Rate
BS Base Station
BSC Base Station Controller
C
CE Channel Elements
CLU Climate Unit
CDMA Code Division Multiple Access
CQI Channel Quality Indicator
CN Core Network
CRNC Controlling Radio Network Controller
D
DC Direct Current
DU Digital Unit
DTX Discontinuous Transmission
DUG Digital Unit GSM

DUL Digital Unit LTE
DUW Digital Unit WCDMA
DS-CDMA Direct Sequence CDMA
DSCH Downlink Shared Channel
DRNC Drift Radio Network Controller
E
EMC Electromagnetic Compatibility
EUL Enhanced Uplink
E-AGCH Enhanced Absolute Grant Channel
E-DPDCH Enhanced Dedicated Physical Data Channel
E-DPCCH Enhanced Dedicated Physical Control Channel
E-HICH Enhanced Hybrid ARQ Indicator
E-RGCH Enhanced Relative Grant Channel
E-UTRA Evolved UTRA
EDGE Enhanced Data for GSM Evolution
F
FCSS Fast Cell Site Selection
FDD Frequency Division Duplex
FDMA Frequency Division Multiple Access
G
GMSK Gaussian Minimum Shift Keying
GPS Global Position System
GERAN GSM/EDGE Radio Access Network
GPRS General Packet Radio Service
GSM Global System for Mobile Communications
H
HARQ Hybrid Automatic Repeat reQuest
HS-DSCH High-Speed Downlink Shared Channel
HS-SCCH High-Speed Shared Control Channel
HS-DPCCH High-Speed Dedicated Physical Control Channel
HSPA High Speed Packet Access
HSDPA High Speed Downlink Packet Access
HSUPA High Speed Uplink Packet Access
I
IMT-2000 International Mobile Telephony
ITU International Telecommunication Union
L
LAN Local Area Network
LAPD Link Access Procedures on D-Channel
LTE Long Term Evolution

LVD Low Voltage Directive
M
MCPA Multi Carrier Power Amplifier
MIMO Multiple Input Multiple Output
ME Mobile Equipment
MSC Mobile Switching Center
MCS Modulation and Coding Schemes
MGW Media Gateway
MMS Multimedia Messaging Service
MS Mobile Station
MU Main Unit
O
O&M Operation & Maintenance
OSS-RC Operation and Support System-Radio and Core
OVP Over-Voltage Protection
OVSF Orthogonal Variable Spreading Factor
P
PDU Power Distribution Unit
PSK Phase-Shift Keying
PSU Power Supply Unit
PCM Pulse-Code Modulation
PDH Plesiochronous Digital Hierarchy
Q
QAM Quadrature Amplitude Modulation
QoS Quality of Service
QPSK Quadrature Phase Shift Keying
R
RBS Radio Base Station
RET Remote Electrical Tilt
RF Radio Frequency
RRU Radio Remote Unit
RIU RET Interface Unit
RU Radio Unit
RX Receiver
R99 Release 99
RLC Radio Link Control
RNC Radio Network Controller
RNS Radio Network Sub-system
RRC Radio Resource Control
S

SCU Support Control Unit
SDH Synchronous Digital Hierarchy
SF Spreading Factor
SGSN Serving GPRS Support Node
SRNC Serving Radio Network Controller
SIR Signal to Interference Ratio
SNR Signal to Noise Ratio
T
TCC Transmitter Coherent Combining
TDM Time Division Multiplexing
TG Transceiver Group
TMA Tower Mounted Amplifier
TRX Transceiver
TDD Time Division Duplex
TDMA Time Division Multiple Access
TTI Transmission Time Interval
TX Transmitter
TRFC Transport Format
U
UE User Equipment
UMTS Universal Mobile Telecommunications System
UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network
V
VSWR Voltage Standing Wave Ratio
W
WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

Historique

Le concept cellulaire provient des réseaux de première génération (1G). Chaque point de couverture était un rayon de 50 kilomètres avec, au centre de chaque cercle de couverture, un relais et une station de base. Chaque utilisateur se trouvant dans le rayon de couverture avait une bande statique allouée a son téléphone, ceci avec ou sans communication téléphonique. Ainsi chaque station pouvait fournir autant de canaux de communication que de bandes de fréquence disponibles, pour ces raison nous disposons pas de Hand Over (HO) et l'itinérance, les appareils fonctionnant en (1G) ne disposent pas de carte SIM. Ce système est peu fiable, La première génération de téléphonie mobile (notée 1G) possédait un fonctionnement analogique et était constituée d'appareils relativement volumineux. Il s'agissait principalement des standards suivants :

- AMPS (Advanced Mobile Phone System), apparu en 1976 aux Etats-Unis, constitue le premier standard de réseau cellulaire. Utilisé principalement Outre-Atlantique, en Russie et en Asie, ce réseau analogique de première génération possédait de faibles mécanismes de sécurité rendant possible le piratage de lignes téléphoniques.
- TACS (Total Access Communication System) est la version européenne du modèle AMPS. Utilisant la bande de fréquence de 900 MHz, ce système fut notamment largement utilisé en Angleterre, puis en Asie (Hong-Kong et Japon).
- ETACS (Extended Total Access Communication System) est une version améliorée du standard TACS développe au Royaume-Uni utilisant un nombre plus important de canaux de communication.

Les réseaux cellulaires de première génération ont été rendus obsolètes avec l'apparition d'une seconde génération (2G) entièrement numérique.

La seconde génération de réseaux mobiles (notée 2G) a marqué une rupture avec la première génération de téléphones cellulaires grâce au passage de l'analogique vers le numérique. En 1987, les choix technologiques concernant l'utilisation des télécommunications mobiles sont fixes par le groupe GSM. Ainsi la transmission numérique, le chiffrement des informations et le multiplexage temporel des canaux radios seront utilisés. 1991, première communication expérimentale faite par le groupe GSM. Le sigle GSM change également de signification pour devenir Global System for Mobile communications. Les spécifications techniques sont améliorées pour pouvoir fonctionner dans la bande des fréquences :

– Le GSM 900 utilise la bande 890-915 MHz pour l'envoi des données et la bande 935-960 MHz pour la réception des informations.

– Le DCS 1800 utilise la bande 1710-1785 MHz pour l'envoi des données et la bande 1805-1880 MHz pour la réception des informations.

Remarque :

• Les appareils qui fonctionnent tant en 900 que 1800 sont appelés dual band.

• Le GSM 1800 est également appelé DCS 1800 (Digital Communication Systems).

Les principaux standards de téléphonie mobile 2G sont les suivants :

- GSM (Global System for Mobile communications), le standard le plus utilise en Europe a la fin du XXe siècle. Ce standard utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz en Europe. Aux Etats-Unis par contre, la bande de fréquence utilisée est la bande 1900 MHz. Ainsi, on appelle tri-bande, les téléphones portables pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis.
- CDMA (Code Division Multiple Access), utilisant une technique d'étalement de spectre permettant de diffuser un signal radio sur une grande gamme de fréquences.
- TDMA (Time Division Multiple Access), utilisant une technique de découpage temporel des canaux de communication, afin d'augmenter le volume de données transmis simultanément. La technologie TDMA est principalement utilisée sur le continent américain, en Nouvelle Zélande et en Asie Pacifique.
- FDMA (Frequency Division Multiple Access) divise la gamme de fréquences disponibles en canaux d'une largeur de bande spécifique (bande de fréquence). Durant toute la durée d'une communication, un abonné unique dispose d'une de ces bandes de fréquence sans restriction. Chaque abonné dans une cellule emploie donc une bande de fréquence différente des autres abonnés. De cette façon les bruits indésirable peuvent être évités (ou réduits le plus possible ou selon les exigences).

Grace aux réseaux 2G, il est possible de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (SMS, pour Short Message Service) ou des messages multimédias (MMS, pour Multimédia Message Service). La norme GSM permet un débit maximal de 9,6 kbps. Des extensions de la norme GSM ont été mises au point afin d'en améliorer le débit. C'est le cas notamment du standard GPRS (General Packet Radio System), qui permet d'obtenir des débits théoriques de l'ordre de 114 kbit/s, plus proche de 40 kbit/s dans la réalité. Cette technologie ne rentrant pas dans le cadre de l'appellation (3G) a été baptisée 2.5G. La norme EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution, présentée comme 2.75G quadruple les améliorations du débit de la norme GPRS en annonçant un débit théorique de 384 Kbps, ouvrant ainsi la porte aux applications multimédias. En réalité la norme EDGE permet d'atteindre des débits maximum théoriques de 473 kbit/s, mais elle a été limitée afin de se conformer aux spécifications IMT-2000 (International Mobile Télécommunications-2000) de l'ITU (International Télécommunications Union).

la 3G (troisième génération de téléphonie mobile) utilise les spécifications de IMT-2000 (International Mobile Télécommunication-2000) de l'ITU (International Télécommunication Union), Ces caractéristiques sont notamment les suivantes :

- un haut débit de transmission :
  - o 144 Kbps avec une couverture totale pour une utilisation mobile,
  - o 384 Kbps avec une couverture moyenne pour une utilisation piétonne,
  - o 2 Mbps avec une zone de couverture réduite pour une utilisation fixe.
- Compatibilité mondiale,
- Compatibilité des services mobiles de 3eme génération avec les réseaux de seconde génération,

La 3G propose d'atteindre des débits supérieurs a 144 kbit/s, ouvrant ainsi la porte a des usages multimédias tels que la transmission de vidéo, la visioconférence ou l'accès a internet haut débit. Les réseaux 3G utilisent des bandes de fréquences différentes des réseaux précédents: 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz.

La principale norme 3G utilisée en Europe s'appelle UMTS (Universal Mobile Télécommunications System), utilisant un codage W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access). La technologie UMTS utilise la bande de fréquence de 5 MHz pour le transfert de la voix et de données avec des débits pouvant aller de 384 kbps a 2 Mbps. La technologie HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) est un protocole de téléphonie mobile de troisième génération baptisée (3.5G) permettant d'atteindre des débits de l'ordre de 8 a 10 Mbits/s. La technologie HSDPA utilise la bande de fréquence 5 MHz et utilise le codage W-CDMA- 3GPP Rel. 5. Et la technologie HSUPA(High Speed Up link Packet Access) 3GPP Rel. 6 avait pour but d'améliorer le débit montant du HSDPA, donc le débit montant(up link) est arrive a 5,8 Mbit/s théorique, le flux descendant (down link) étant de 14 Mbit/s comme HSDPA.

Ensuite le LTE (Long Term Evolution) fonctionne avec le system OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) pour le flux descendant qui est arrive a 100Mbit/s le system SC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) pour le flux montant 50 Mbit/s -3GPP Rel. 7.

Le futur système de télécommunication 4ème génération (4G) représente la convergence entre le réseau de 3ème génération (type UMTS) et les diverses technologies radio complémentaires. L'objectif est de fournir aux utilisateurs des services sans interruption dans un environnement hétérogène. Les utilisateurs mobiles peuvent accéder ou échanger des informations indépendamment de leur position, du temps et en utilisant des équipements différents en terme de capacité. Les réseaux 4G sont des réseaux hybrides qui intègrent différentes topologies et plateformes réseaux.

Il existe deux types d'intégration : l'intégration des différents types de réseaux sans fil hétérogènes (wireless LAN, WAN, PAN ainsi que les réseaux ad hoc), et l'intégration des réseaux sans fil avec l'infrastructure fixe, l'Internet et le réseau téléphonique fixe. Cependant, beaucoup de travaux demeurent pour permettre une intégration sans coupure.

CHAPITRE 1

LE CONCEPT DU GSM

1-1 INTRODUCTION

Le GSM est le premier service de téléphonie mobile universel, efficace et satisfaisant les exigences d'interconnexion et de mobilité tout en divisant le terrain en zones de couverture dites cellules. Le réseau GSM possède certaines caractéristiques qui lui sont propres. A commencer, il faut garantir une qualité suffisante de la liaison radio entre le terminal mobile et le réseau. Pour se faire, des stations de base sont placés sur les zones de couverture pour que le terminal soit toujours à moins de quelques kilomètres de l'une d'elles. Pour assurer la mobilité, les terminaux ne doivent pas être physiquement reliés au réseau. Elle est constitué de mécanismes permettant l'émission et la réception de signaux de radiofréquence de manière sure et efficace, quelles que soit les conditions de propagation [1].cette couche physique englobe tous les moyens pour transmettre et recevoir des signaux radio.

Pour éviter la collision entre les signaux radio issus des différents abonnés, plusieurs techniques d'accès sont possibles .la technique d'accès au support utilisée en GSM utilise la technologie TDMA (Time Division Multiple Access) et la technologie FDMA (Frequency Division Multiple Accesse) qui constituent à repartir les communications dans le temps selon des intervalles dits Time slot et selon le changement de fréquence. Un canal est identifié par un numéro de time slot dans une fréquence. Les voies montantes et descendantes sont séparées en fréquence d'un écart duplex de 45 MHz pour la bande 900 MHz et de 75 MHz pour la bande 1800 MHz. Chaque trame TDMA est divisée en huit times slots numérotés de zéro à sept. La durée d'un slot est 0,577ms et celle de la trame est de 4,615 ms. Les fréquences centrales des slots sont positionnées à des intervalles de 200 KHz. Le débit binaire sur cette trame est de 270 Kbit / s assuré par une modulation non linéaire.

Au cours de son déplacement, l'abonné peut normalement appeler et être appelé sans qu'il y ait des problèmes. Nous devons donc assurer la gestion de l'itinérance. De plus, il est préférable d'assurer la continuation du service avec la qualité requise tout au long de la communication et en cours de déplacement sans qu'il y ait de coupure ou de dégradation de la qualité. Il est donc important de gérer les différents types de Handover.

1-2 Concept cellulaire

1-2-1 Définition

Le territoire est divisé en "cellules", desservies chacune par une station de base,
L'ensemble de ces cellules formant un seul réseau.

L'opérateur affecte une ou plusieurs fréquences à chaque station de base. Les mêmes canaux de fréquence sont réutilisés dans plusieurs cellules selon la capacité du système à résister aux interférences.

Couverture d'une cellule isolée
• Dépend de la sensibilité (liée au rapport *C*/*N* tolérable)
• Dépend de la puissance d'émission
• Dépend du seuil *C*/*I*
• Dépend de la distance de réutilisation (plus petite distance entre deux cellules de même fréquence)

1-2-2 Motif de réutilisation dans un réseau régulier

Un motif cellulaire est l'ensemble des cellules dans lequel chaque fréquence de la bande est utilisée une fois et une seule fois.
Avec le modèle hexagonal On peut montrer que les motifs optimaux sont de taille K tel que :

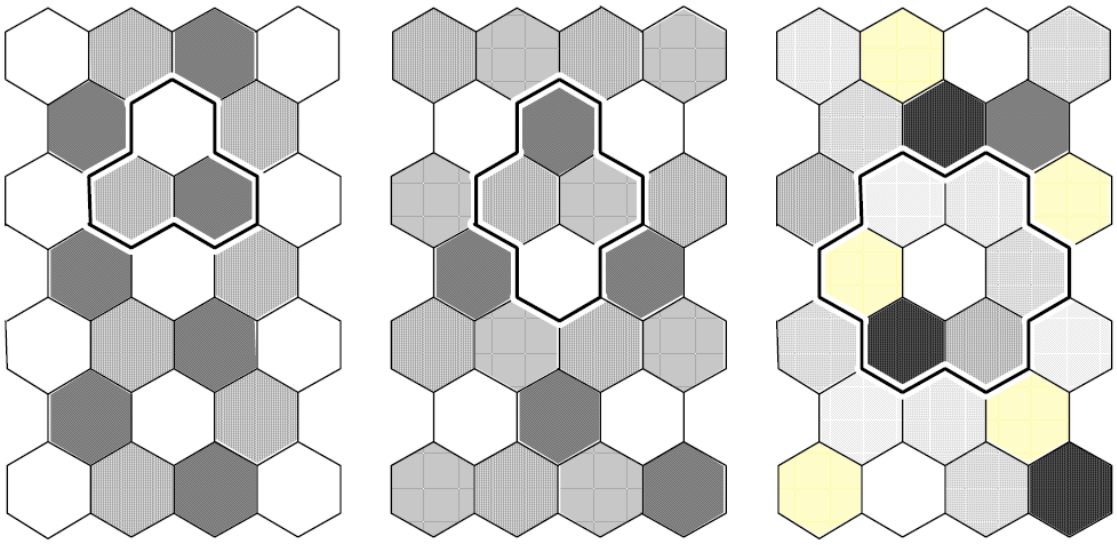
$$K = i\,2 + i\,j + j\,2 \text{ avec } i, j \in N$$

$i = 0$: forme de losange
$i \neq 0$: invariant par rotation de 120°
Distance de réutilisation La plus proche distance de réutilisation d'une fréquence est alors :

$$D = 3\,K\,R$$

où D est la distance de réutilisation
R , le rayon d'une cellule (cercle circonscrit à l'hexagone)

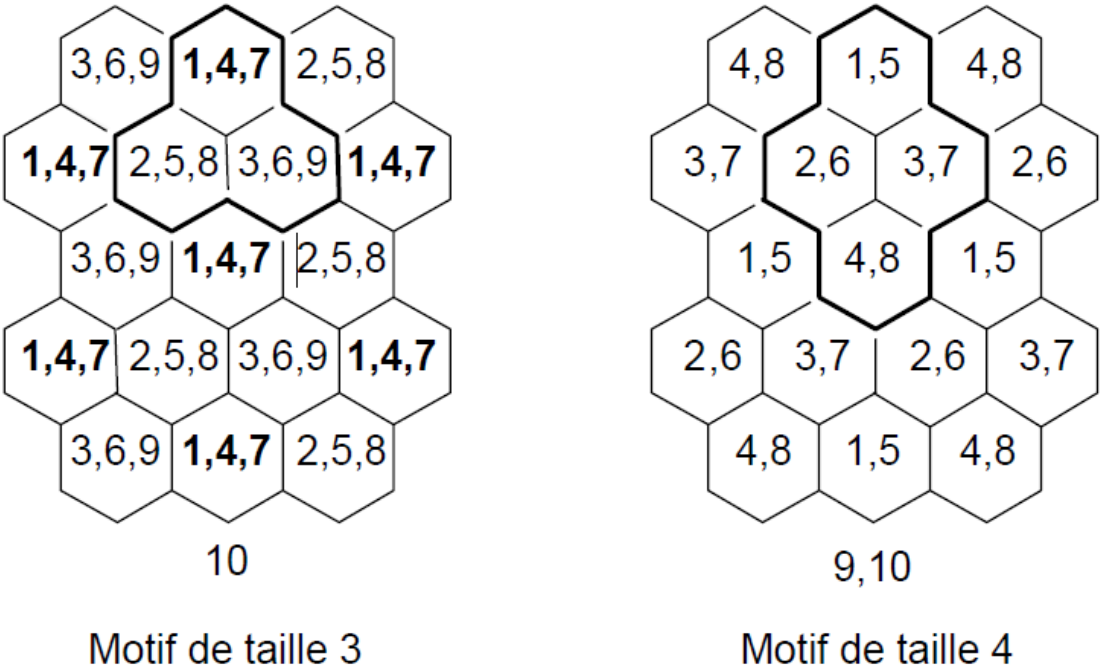
Figure 1-1 Exemple de motifs



Motif à $K = 3$ Motif à K = 4 Motif à K = 7

Il existe d'autres configurations régulières à $K = 9, 12, 13, 16, 19, 21, 27, \ldots$

Figure 1-2 Exemple de répartition de 10 fréquences suivant un motif



1-2-3 Lien entre *C/I* et motif de réutilisation

Une interface radio est définie avec une certaine capacité à résister aux interférences :
C/I(+N) ≥ seuil => fonctionnement correct

Remarques

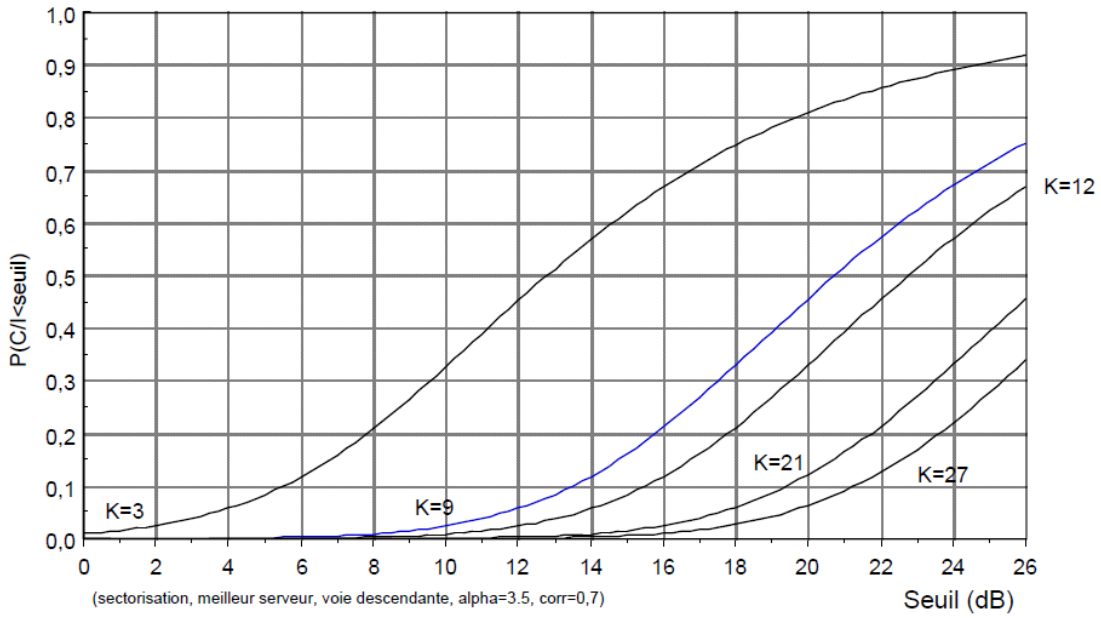
– Indépendance de la puissance de transmission (si toutes les puissances sont égales)

– Le motif est seulement fonction du seuil de *C/I*

=> Notion de capacité intrinsèque d'un système

– Pour GSM, on considère un motif de référence à **12**

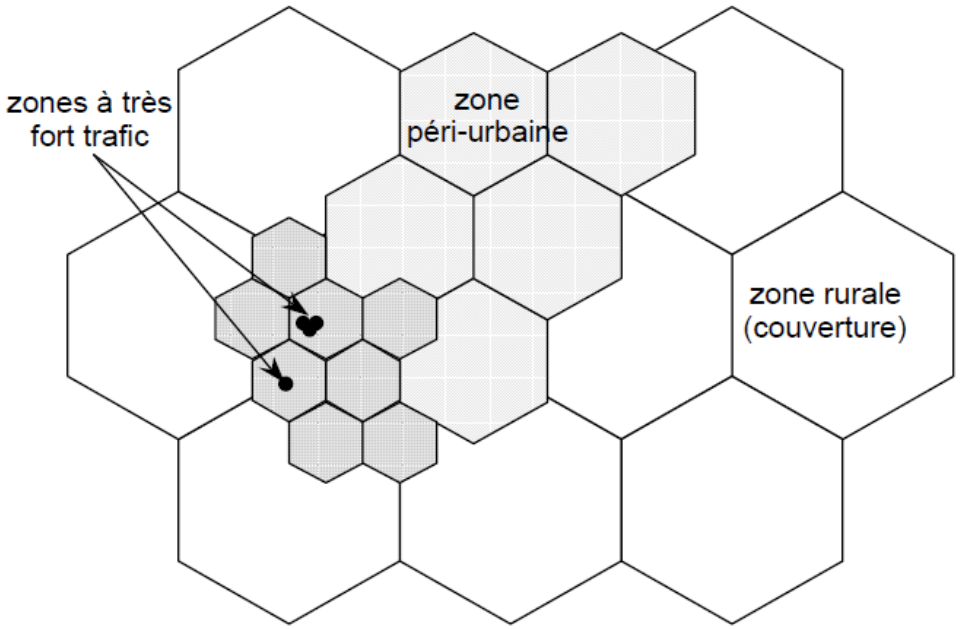
Figure 1-3 Fonction de répartition du C/I pour différents motifs



α = 3,5 σ = 6 dB Taille des motifs : *K* (avec tri sectorisation)

1-3 Planification non régulière

Figure 1-4 Taille des cellules fonction du trafic à écouler



⇨ Détermination des zones d'interférence et utilisation de la théorie des graphes

1-4 Les équipements d'un réseau GSM

- BTS : Base Transceiver Station (Station de base) assure la réception les appels entrant et sortant des équipements mobiles.

- BSC : Base Station Controller (Contrôleur station de base) assure le contrôle des stations de bases.

- MSC : Mobile Switching Centre (Centre de commutation de mobile) assure la commutation dans le réseau.

- HLR : Home Location Register (Enregistrement de localisation normale). Base de données assurant le stockage des informations sur l'identité et la localisation des abonnées.

- AUC : Authentification Center (centre d'authentification). Assure l'authentification des terminaux du réseau.

- VLR Visitor Location Register (Enregistrement de localisation pour visiteur). Base de données assurant le stockage des informations sur l'identité et la localisation des visiteurs du réseau.

1-5 Architecture matérielle du sous système radio BSS

Le BSS comprend les BTS qui sont des émetteurs-récepteurs ayant un minimum D'intelligence et les BSC qui contrôlent un ensemble de BTS et permettent une Première concentration des circuits.

1-5-1 Fonctions de la BTS

La BTS est un ensemble d'émetteurs-récepteurs appelés TRX. Elle a pour fonction la gestion :

- des transmissions radios (modulation, démodulation, égalisation, codage et correcteur d'erreurs).

- de la couche physique des réseaux.

- de la couche liaison de données pour l'échange de signalisation entre les mobiles et l'infrastructure réseau de l'opérateur.

- de la liaison de données avec le BSC L'exploitation des données recueillies par la BTS est réalisée par le BSC.

La capacité maximale d'une BTS est de 16 porteuses (limite technique rarement atteinte pour des raisons de fiabilité). Ainsi une BTS peut gérer au maximum une centaine de communications simultanées.

On distingue deux types de BTS :
- Les macro-BTS
- Les micro-BTS
- les pico-BTS
Ont distingue ensuite différentes classes de BTS macro et micro, en fonction de la nature du réseau (GSM 900 ou DCS 1800) et de la puissance recherchée (puissance exprimée en W).

Les macro BTSs sont les stations de base classiques utilisées dans les systèmes cellulaires avec des équipements complémentaires installes dans des locaux techniques et des antennes sur les toits.

Les micro-BTS sont utilisées pour couvrir les zones urbaines denses avec des microcellules. II s'agit d'équipements de faible taille, de faible coût qui permettent de mieux couvrir un réseau dense comme le quartier d'une ville à forte densité de population.

Le rayon d'une cellule varie entre 200m en milieu urbain et 30 km en milieu rural. Une cellule est au minimum couverte par la triangulation de trois BTS.

L'exploitation de la BTS se fait soit en local soit par télécommande au travers de son contrôleur de station (BSC).

1-5-2 Fonctions du BSC

Le BSC est l'organe intelligent du sous système radio. Le contrôleur de stations de base gère une ou plusieurs stations et remplit différentes fonctions de communication et d'exploitation.

Pour le trafic abonné venant des BTS, le BSC jout un rôle de concentrateur. II a un rôle de relais pour les alarmes et les statistiques émanant des BTS vers le centre d'exploitation et de maintenance Pour le trafic issu du concentrateur, le BSC joue le rôle d'aiguilleur vers la station de base destinataire.

Le BSC est une banque de données pour les versions logicielles et les données de configuration téléchargées par l'opérateur sur les BTS.

Le BSC pilote enfin les transferts entre deux cellules ; il avise d'une part la nouvelle BTS qui va prendre en charge l'abonné « mobile » tout en informant le back end system – ici le HLR – de la nouvelle localisation de l'abonné.

Les BTS sont « contactées » par le centre de maintenance et d'exploitation par le biais des BSC qui jouent ce rôle de relais.

1-6 Architecture matérielle du sous-système fixe NSS

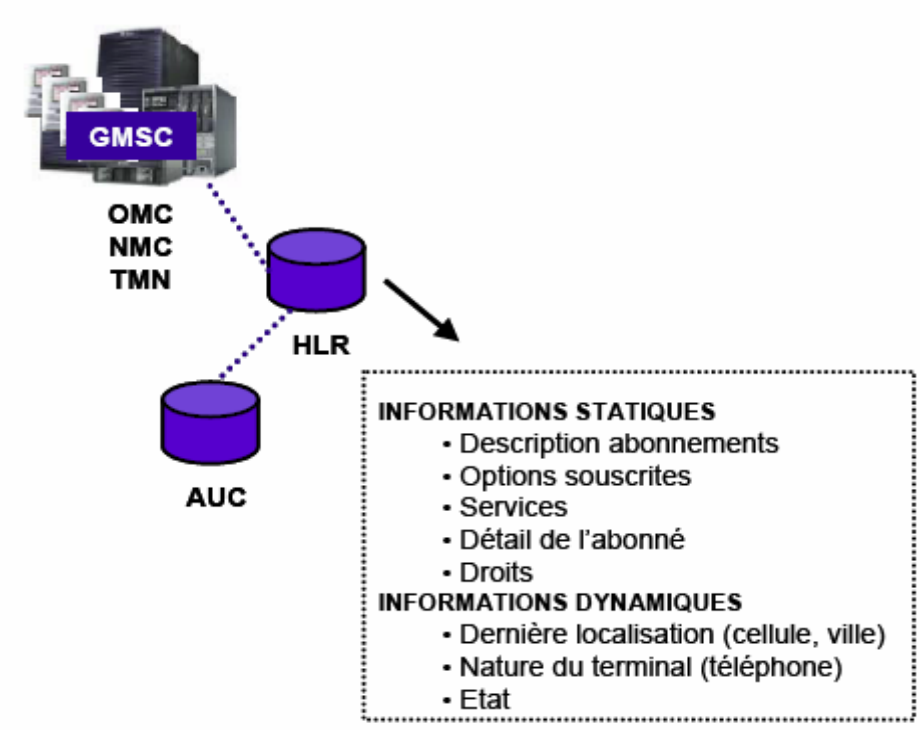
Le NSS comprend des bases de données et des commutateurs.

1-6-1 Fonctions du HLR

Le HLR est une base de données de localisation et de caractéristiques des abonnés. Un réseau peut posséder plusieurs HLR selon des critères de Capacité de machines, de fiabilité et d'exploitation. Le HLR est L'enregistreur de

Localisation nominale par opposition au VLR (voir partie 1.4.3) qui est L'enregistreur de localisation des visiteurs.
Le schéma si dessous décrit les informations gérées par le HLR.
Une base de données qui conserve des données statiques sur l'abonné et qui administre des données dynamique sur le comportement de l'abonné.
Les informations sont ensuite exploitées par l'OMC. L'AUC est une base de Données associée au HLR.

Figure 1-5 Architecture matérielle du NSS



La carte SIM qui transmet deux informations importantes. L'IMSI (International Mobile Subscriber Identity) qui est géré par le HLR (l'IMSI donne des informations sur le réseau d'origine et le pays entre autre) et le KI (clé de cryptage) qui est géré par la base de données AUC Prenons un exemple.

IMSI + KI : Identification de l'abonné x
MSISDN : Numéro de téléphone de x *(*Mobile Station ISDN Number) Le HLR vérifie que le couple IMSI + KI = MSISDN Le AUC vérifie que le couple IMSI + KI est valide Les informations dynamiques relatives à l'état et à la localisation d'un abonné sont actualisées en permanence. Ces informations sont particulièrement utiles lorsque le réseau achemine un appel vers l'abonné.

Le réseau commence par interroger le HLR pour prendre connaissance de la dernière localisation connue, de l'état du terminal (On / Off) et de la date de ces données avant toute action. La mobilité constitue la différence essentielle entre le réseau filaire et le réseau de radiotéléphonie.

Ainsi sur le réseau mobile, l'opérateur doit interroger les différentes bases de données (HLR) afin de localiser un abonné pour établir une connexion.

1-6-2 Fonction du MSC

Les MSC sont des commutateurs de mobiles généralement associés aux bases de données VLR. Le MSC assure une interconnexion entre le réseau mobile et le réseau fixe public.

Le MSC gère l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC, la transmission des messages courts et l'exécution du handover si le MSC concerné est impliqué. (Le handover est un mécanisme grâce auquel un mobile peut transférer sa connexion d'une BTS vers une autre (handover inter BTS) ou, sur la même BTS d'un canal radio vers un autre (handover intra BTS).

On parle de transfert automatique inter/intra cellule Le commutateur est un nœud important du réseau, il donne un accès vers les bases de données du réseau et vers le centre d'authentification qui vérifie les droits des abonnés. En connexion avec le VLR le MSC contribue à la gestion de la mobilité des abonnés (à la localisation des abonnés sur le réseau) mais aussi à la fourniture de toutes les télés services offerts par le réseau : voix, données, messageries ... Le MSC peut également posséder une fonction de passerelle, GMSC (Gateway MSC) qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

Un couple MSC / VLR gère généralement une centaine de milliers d'abonnés. Les commutateurs MSC sont souvent des commutateurs de transit des réseaux téléphoniques fixes sur lesquels ont été implantés des fonctionnalités spécifiques au réseau GSM.

1-6-3 Fonctions du VLR

L'enregistreur de localisation des visiteurs est une base de données
Associée à un commutateur MSC.

Le VLR a pour mission d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau, ainsi l'opérateur peut savoir à tout instant dans quelle cellule se trouve chacun de ses abonnés. Les données mémorisées par le VLR sont similaires aux données du HLR mais concernent les abonnés présents dans la zone concernée.

A chaque déplacement d'un abonné le réseau doit mettre à jour le VLR du
réseau visité et le HLR de l'abonné afin d'être en mesure d'acheminer un appel vers l'abonné concerné ou d'établir une communication demandée par un abonné visiteur.

Un dialogue permanent est établit entre les bases de données du réseau. La mise à jour du HLR est très importante puisque lorsque le réseau cherche à joindre un abonné, il interroge toujours le HLR de l'abonné pour connaître la dernière localisation de ce dernier, le VLR concerné est ensuite consultés afin de tracer le chemin entre le demandeur et le demandé pour acheminer l'appel.

1-7 Sous système d'exploitation et de maintenance OSS

1-7-1 L'administration de réseau

L'administration du réseau comprend toutes les activités qui permettent de
mémoriser et de contrôler les performances d'utilisation des ressources de
manière à offrir un niveau correct de qualité aux usagers.
On distingue 5 fonctions d'administrations :

· L'administration commerciale
La déclaration des abonnés et des terminaux, la facturation, les statistiques ...

· La gestion de la sécurité
La détection des intrusions, le niveau d'habilitation ...

· L'exploitation et la gestion des performances
L'observation du trafic et de la qualité (performance), les changements de configuration pour s'adapter à la charge du réseau, la surveillance des mobiles

de maintenance ...

· Le contrôle de configuration du système
Les mises à niveau de logiciels, les introductions de nouveaux équipements ou de nouvelles fonctionnalités ...

· La maintenance
Les détections de défauts, les tests d'équipements ...
Le système d'administration du réseau GSM est proche du concept TMN qui à pour objet de rationaliser l'organisation des opérations de communication et de maintenance et de définir les conditions techniques d'une supervision économique et efficace de la qualité de service.

1-7-2 Architecture de TMN (Télécommunications Management Network)

L'administration des premiers réseaux se faisait de manière individuelle sur chaque équipement à partir d'un terminal simple directement connecté. Ainsi les fonctions disponibles étaient liées à la structure matérielle de l'équipement.

Ce niveau d'administration est encore utilisable mais il est peu à peu remplacé par des terminaux déplacés et reliés aux équipements par l'intermédiaire d'un réseau de données. Le réseau X.25 Transpac (réseau lancé par France Télécom et basé sur la transmission des données par paquet) est une option possible.

1-7-3 Fonctions de l'EIR (Equipement Identity register)

L'EIR est une base de données annexe contenant les identités des terminaux. Un terminal est identifie par un numéro de série dénommé IMEI (IMEI = numéro d'homologation (série). Numéro d'identifiant. Numéro du terminal).

La base EIR est consulté lors des demandes de services d'un abonné pour vérifier si le terminal utilisé est autorisé à fonctionner sur le réseau.

Ainsi l'accès au réseau peut être refusé si le terminal n'est pas homologue, si le terminal perturbe le réseau ou si ce même terminal a fait l'objet d'une déclaration de vol.
Dans la réalité ces bases de données EIR sont peu utilisées faute d'accords entre les opérateurs d'un même pays. La création d'une liste noire des terminaux volés pour en interdire leur utilisation pourra décourager les vols de téléphones portables.

1-7-4 Fonctions de l'AUC

Le centre d'authentification AUC (AUthentification Center) mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour authentifier les demandes de services et pour chiffrer (crypter) les communications.

L'AUC de chaque abonné est associé au HLR. Pour autant le HLR fait partie du «sous système fixe » alors que l'AUC est attaché au « sous-système d'exploitation et de maintenance.

L'AUC avec l'IMSI et le MSISDN fait partie des données clé insérées dans la carte SIM de chaque abonné.

1-7-5 Présentation de I'OMC et du NMC

Deux niveaux de hiérarchie sont définis dans la norme GSM. Les OMC (Operations and Maintenance Center) et le NMC (Network and Management Centre).

Cette organisation a été définie afin de permettre aux opérateurs télécoms de gérer la multiplicité des équipements (émetteurs, récepteurs, bases de données, commutateurs ...) et des fournisseurs.

Le NMC permet l'administration générale de l'ensemble du réseau par un contrôle centralisé.

Les OMC permettent une supervision locale des équipements (BSC /MSC / VLR) et transmettent au NMC les incidents majeurs survenus sur le réseau. Les différents OMC assurent une fonction de médiation.

NB : Plus généralement dans les schémas présentés dans cette partie, l'OMC désigne l'ensemble du sous système d'exploitation et de maintenance (OSS) TMN compris, et ce dans un souci de clarté et de simplification des représentations graphiques.

1-8 Présentation des interfaces

Les interfaces désignées par des lettres de A à H dans le tableau ci après ont été définies par la norme GSM. Bien souvent, le découpage des fonctions entre les éléments du réseau (VLR et MSC) par exemple est effectué par les constructeurs (Ericsson, Nokia ...) qui ne respectent pas forcement celles définies dans le tableau.

Deux normes sont néanmoins imposées :

· L'interface *D* qui permet au couple MSC/VLR de dialoguer avec le HLR afin d'assurer l'itinérance internationale que I'on dénomme « roaming ».
(Un abonné d'un réseau camerounais quitte le Cameroun pour se rendre en Espagne et se connecter au réseau espagnol. Ce cas présent est un cas de roaming).

· L'interface A qui sépare NSS et BSS. Ainsi les opérateurs peuvent avoir un multisourcing de BSC et MSC (avoir plusieurs fournisseurs différents pour leur infrastructure).

· L'interface Abis supporte les transmissions de communication entre BSC et BTS.
En réalité, la plupart des messages de signalisation sont changé entre le BSC ou le MSC et le MS : la BTS n'a qu'une simple fonction de relais.

Figure 1-6 Nom de l'interface Localisation Utilisation

Nom de l'interface	Localisation	Utilisation
Um	MS –BTS	Interface radio
Abis A	BTS – BSC BSC – MSC	Divers Divers
C	GMSC –HLR	Interrogation du HLR pour appel entrant
	SM GMSC HLR	Interrogation du HLR pour message court entrant
D	VLR - HLR	Gestion des informations d'abonnes et de localisation
	VLR - HLR	Services supplémentaires
E	MSC – SM - GMSC	Transport de messages courts
	MSC – MSC	Exécution des handover
G	VLR – VLR	Gestion des informations des abonnés
F B	MSC - EIR MSC - VLR	Vérification de l'identité du terminal Divers
H	HLR – AUC	Echange des données d'authentification

1-9 La station mobile de l'utilisateur final

1-9-1 Le mobile

Le terme station mobile désigne un terminal équipé d'une carte SIM. Chaque terminal reste muni d'une identité particulière IMEI (Voir séquence 3 intitulé
gestion de l'itinérance de la sécurité et des appels dans les réseaux mobile).

La norme définit pour les terminaux plusieurs classes suivant leur puissance maximale d'émission. En GSM 800, deux catégories, 2W en téléphone mobile portable et 8W en téléphone mobile embarqué dans les véhicules. En DCS 1800, de manière générale 1W pour l'ensemble des terminaux.

1-9-2 La carte SIM

La carte SIM telle que définit dans la norme GSM permet aux abonnés une
mobilité personnelle indépendante du terminal utilisé.
II existe initialement deux types de cartes SIM :
- La carte SIM ID-1 : carte à la taille d'une carte de crédit.
- La carte SIM plug in : de petite taille. L'objet de cette carte est d'être utilisé de façon quasi permanente dans un terminal portatif donné.

La carte SIM contient de nombreux paramètres de sécurité. Comme toute carte à
puce elle possède un ensemble de clés permettant de sécuriser les étapes de
personnalisation par les différents intervenants (fabricants, opérateurs, distributeurs, utilisateurs).
A chaque intervenant est associe un code, nous connaissons le code PIN compose de 4 a 6 chiffres, également appelé CHIV1.
L'architecture d'une carte SIM est simple, il y a trois parties :

· La mémoire ROM (Read Only Memory) d'une taille de 16Koctets contient l'OS,
des algorithmes et éventuellement des applications spécifiques.

· La mémoire *EEPROM* (E2 PROM – Electrical erasable Programmable Read Only Memory) contient tous les champs de la norme GSM et des applications. Sa taille varie entre 8 KO et 64 KO aujourd'hui.

· La mémoire RAM (Random Access Memory) contient des données liées aux
Applications spécifiques, la taille est réduite, généralement quelques centaines d'octets.

1-10 Infrastructure d'un réseau GPRS

1-10-1 Présentation de l'infrastructure d'un réseau

Un réseau GPRS est en premier lieu un réseau IP. Le réseau est donc constitué de routeurs IP.
L'introduction de la mobilité nécessite par ailleurs la précision de deux nouvelles entités :

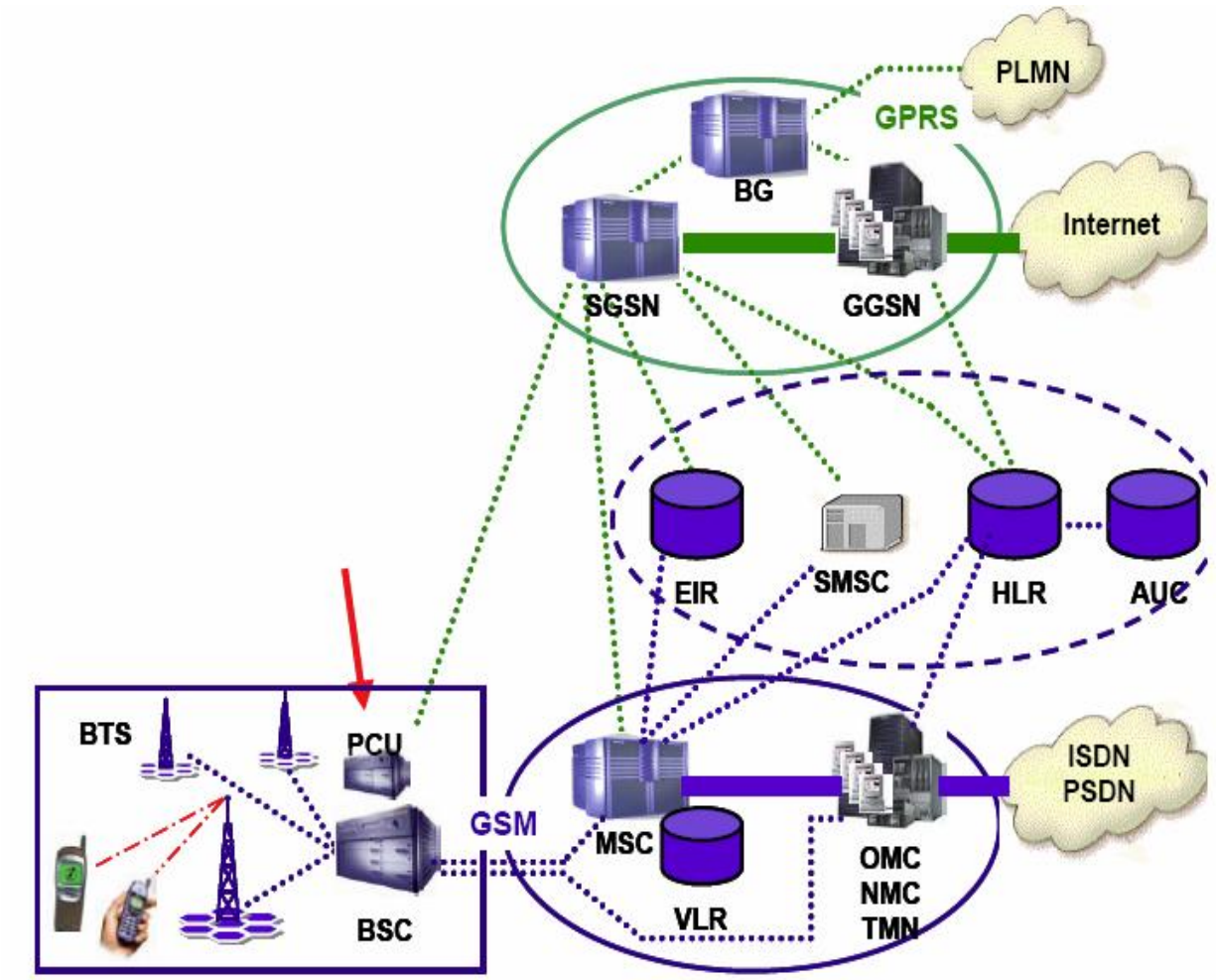
- Le nœud de service — le SGSN.
- Le nœud de passerelle — le GGSN.

Une troisième entité— le BG joue un rôle supplémentaire de sécurité.
Le réseau GPRS vient ajouter un certain nombre de « modules » sur le réseau GSM sans changer le réseau existant.

Ainsi sont conservés l'ensemble des modules de l'architecture GSM, nous verrons par ailleurs que certains modules GSM seront utilises pour le fonctionnement du réseau GPRS.

La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux services de type "Data”. Le GPRS est en mode paquets.

Figure 1-7 le réseau GPRS



1-11 Les équipements d'un réseau GPRS

1-11-1 Le nœud de service (SGSN)

Le nœud de service dénommé SGSN (Serving GPRS Support Node) est relié au BSS du réseau GSM. Le SGSN est en connexion avec l'ensemble des éléments qui assurent et gèrent les transmissions radio : BTS, BSC, HLR ...
Le SGSN joue un rôle de routeur, il gère les terminaux GPRS présents dans une zone donnée. Le SGSN est le « contrôleur » des terminaux GPRS présents dans sa zone de surveillance.

1-11-2 Le nœud de passerelle (GGSN)

Le noeud de passerelle GPRS dénommé GGSN (Gateway GPRS Support Node) est relié à un ou plusieurs réseaux de données (Internet, autre réseau GPRS ...).
Le GGSN est un routeur qui permet de gérer les transmissions de paquets de données :
- Paquets entrants d'un réseau externe, acheminés vers le SGSN du destinataire.
- Paquets sortants vers un réseau externe, émanant d'un destinataire interne au réseau.

NB : les termes SGSN et GGSN désignent des entités fonctionnelles qui peuvent facilement être implantées dans un même matériel. L'ensemble des SGSN, des GGSN, des routeurs IP et des liaisons entre équipements est appelé réseau fédérateur GPRS. A noter enfin que chaque SGSN et chaque GGSN disposent au minimum d'une adresse IP fixe au sein du réseau.

1-11-3 Le module BG pour la sécurité

Les recommandations introduisent le concept de BG (Border Gateway) qui permettent de connecter les réseaux GPRS via un réseau fédérateur et qui assurent les fonctions de sécurité pour la connexion entre ces réseaux.
Ces BG ne sont néanmoins pas spécifiés par les recommandations mais elles jouent le rôle d'interface avec les autres PLMN (Public Land Mobile Network) permettant ainsi de gérer les niveaux de sécurité entre les réseaux (entre 2 réseaux de 2 opérateurs concurrents par exemple)

1-11-4 Le routeur IP

L'opérateur peut prendre le parti de gérer et d'administrer ses propres routeurs IP afin d'ouvrir le réseau GPRS vers les réseaux de données externes.
(Voir la partie 2.5 sur l'acheminement des données en mode paquet).

1-11-5 Le module PCU sur les BSC et le module CCU sur les BTS

La mise en place d'un réseau GPRS au contraire du réseau UMTS ne nécessite pas de couvrir le territoire avec de nouvelles antennes puisque l'architecture GSM est réutilisée. Néanmoins, des modifications sont apportées en ajoutant des composants sur les structures de couverture du réseau GSM.

- Sur les antennes – les BTS – est ajouté un module CCU (Channel Codec Unit).
Cette entité permet de gérer les envois d'informations vers le module SGSN.

- La norme GPRS introduit également un équipement appelé PCU (Packet Control Unit) généralement situe sur les BTS (comme sur le schéma ci-dessus), les BSC ou le SGSN. Le PCU a pour fonction de gérer l'échéancier de transmission et l'acquittement des blocs sur les canaux de données.

1-11-6 Le mobile GPRS

L'usage attendu par le réseau GPRS est la possibilité de consulter de manière interactive des serveurs. Cela nécessite donc un débit plus important sur la voie descendante que sur la voie montante.
On parle de mobile multi slot : le terminal doit être en mesure de recevoir ou de transmettre des informations sur plusieurs intervalles de temps. Le coût engendré par ces contraintes techniques amène l'opérateur à proposer à ses abonnés des terminaux plus onéreux.

L'opérateur propose généralement un terminal GSM – GPRS capable de gérer les communications Voix et Data à des débits acceptables.

1-11-7 La carte SIM

La carte SIM utilisée pour l'accès au réseau GPRS est une carte SIM similaire à celle requise pour accéder au réseau GSM classique.
Quelques fichiers sont simplement ajoutés lors de la phase de personnalisation chez le fabricant de cartes.

1-12 Les équipements GSM utilisés

Le réseau GPRS appuie son architecture sur les éléments du réseau GSM.
- Les BTS et BSC permettent de couvrir un territoire national pour localiser les terminaux.

- Le MSC et le VLR permettent également de gérer les problématiques d'itinérance des abonnées sur les réseaux GSM et GPRS.

- Le SMSC et le GMSC permettent la communication interne au réseau par l'envoi de messages courts à destination du terminal GPRS.

- Le HLR permet de gérer les problématiques liées à la localisation des individus (en mode GPRS, fournir une carte de la ville où se trouve l'abonné).

- L'EIR permet de gérer les problématiques liées au terminal visé (est il compatible avec les données que le réseau souhaite lui faire parvenir ?) Le réseau GPRS est totalement dépendant du bon fonctionnement des infrastructures du réseau GSM. Le réseau GSM constitue donc en effet une base pour la mise en place du réseau GPRS.

Figure 1-8 Les interfaces réseau GPRS

Nom de l'interface	Localisation	Utilisation	Protocole
Um	MS –BTS	Interface radio	
Abis	BTS – BSC	Divers	
Gb	BSC – SGSN	Divers	
Gc	GGSN - HLR	Interrogation HLR pour activation service	IP / SS7
Gd	SGSN – SMS-GMSC	Echange de messages courts	SS7
Gf	SGSN – EIR	Vérification de l'identité du terminal	SS7
Gi	GGSN – réseau de données	Transfert de données	IP
Gn	SGSN - SGSN	Gestion de l'itinérance	IP
Gp	BG - BG	Liaison inter-opérateur	IP
Gr	SGSN - HLR	la de Gestion localisation	SS7
Gs	SGSN – MSC/VLR	Gestion coordonnées itinérance entre GSM et GPRS	SS7

L'ensemble des éléments GSM et GPRS est associé pour fournir un service GPRS. Deux protocoles sont alors utilisés :

- Le traditionnel protocole IP qui assure une ouverture vers les terminaux fixes extérieurs au réseau.

- Le protocole SS7 (Signal Sémaphore 7) qui est un protocole interne au réseau GPRS.

1-13 L'acheminement en mode paquet

Lorsque le mobile transmet des données vers un terminal fixe, les données sont transmises via le BSS (BTS + BSC) au SGSN qui envoie ensuite les données vers le GGSN qui les route vers le destinataire.

Le routage vers des terminaux (terminal mobile vers terminal mobile ou terminal fixe vers terminal mobile) utilise le principe de l'encapsulation et des protocoles tunnels.
Lesdonnées revues par le GSSN sont transmises au SGSN dont dépend le mobile destinataire.
Ainsi des données recueillies en protocole IP de l'extérieur via un routeur IP pourront être communiquées dans des paquets X25 par le principe du tunnel encapsulation – décapsulation. On parle de protocole PDP (Packet Data Protol), l'encapsulation consiste ainsi à placer une unité de protocole A dans une unité de protocole B sans que ce dernier ne se préoccupe du format des données transportées.

1-14 Les apports du réseau GPRS

Le GPRS peut finalement être vu comme un réseau de données à part entière qui dispose d'un accès radio tout en réutilisant une partie du réseau GSM.
Les débits prévus permettent d'envisager des applications comme la consultation de sites Internet ou le transfert de fichiers en mode FTP (File Transfert Protocole).
Dans la première version du GPRS seul un service de transmission de point a point (PTP – Point To Point) sera proposé. Une information envoyée par un terminal vers un terminal.

Les services points à multi-points (PTM – Point To Multipoint) – une information envoyée d'un agrégateur de contenu vers 10 0000 terminaux – seront ensuite proposés à des communautés ou des zones géographiques. On parle de PTP Braodcast.
GPRS offre enfin un service de messageries entre les terminaux.

1-15 La gestion d'itinérance

La gestion de l'itinérance reprend les principes du réseau GSM avec le regroupement de cellules en zones. Le terminal GPRS peut se trouver dans trois modes :
Etat de « repos », le mobile est éteint.
Etat de « surveillance », le mobile est localisé au niveau de la zone de routage .
Le mobile peut être appelé par le SGSN.
Etat « prêt », le mobile est localisé au niveau de la cellule. Le mobile peut recevoir des informations ; dans cet état le terminal est localisable à la cellule près.

Une zone de routage est un regroupement de cellules (cellules réseau GSM). En état de « surveillance » puis de « prêt », le terminal ne monopolise pas de canal radio s'il n'y a pas de transmission ou de réception de données.
La base de données HLR - en communiquant avec le module SGSN – gère les identités des abonnés en ajoutant de nouveaux éléments par rapport au mode
GSM comme le protocole réseau utilisé ou le terminal acquis.

1-16 Conclusion sur les réseaux GPRS

Le service GPRS permet de considérer le réseau GSM comme un réseau à transmission de données par paquets avec un accès radio et des terminaux mobiles.
Le réseau GPRS est compatible avec des protocoles IP et X.25. Des routeurs spécialises SSGN et GGSN sont introduits sur le réseau.
La transmission par paquet sur la voie radio permet d'économiser la ressource radio : un terminal est susceptible de recevoir ou d'émettre des données à tout moment sans qu'un canal radio soit monopolisé en permanence comme c'est le cas en réseau GSM.
Le débit maximal instantané annoncé pour le GPRS est de 171.2 Kbit/s même s'il est limité à 48 Kbit/s en mode descendant. (Limite actuelle des terminaux GPRS).
La mise en place d'un réseau GPRS permet à un opérateur de proposer de nouveaux services de type Data avec un débit de données 5 à 10 fois supérieur au débit maximum théorique d'un réseau GSM. (Rappel débit max. en GSM : 9.6 Kbit/s). Le réseau GPRS constitue finalement une étape vers le réseau UMTS.

1-17 Conclusion

Le problème majeur du GSM est l'interférence entre les fréquences, car ce système utilise les mêmes fréquences en les répétant sur tout le territoire libanais. Pour cette raison, au Liban nous avons utilisés les bandes 1800 MHZ pour atténuer ce problème.

CHAPITRE 2

LE CONCEPT DU HSxPA

2-1 INTRODUCTION

L'UMTS ou (Universal Mobile Telecommunications System) est une technologie en passe d'être mise au second plan, sinon totalement révolue. En effet, L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 2 Mbit/s, mais fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassaient rarement 384 kbit/s. Néanmoins, cette vitesse est nettement supérieure au débit de base GSM qui est de 9,6 kbit/s.
Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation :

- en zone rurale : 144 kbit/s jusqu'à 200 km/h ;
- en zone urbaine : 384 kbit/s jusqu'à 120 km/h;
- dans un bâtiment : 2000 kbit/s depuis un point fixe.

Ainsi donc, les opérateurs et constructeurs se sont tournés vers des améliorations possibles de la technologie UMTS pour palier à ce plafonnement en terme de débit. Des technologies tels le HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), le HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) et le HSPA+ ou (evolved HSPA) (High Speed Packet Access) ont, de ce fait, fait leur apparition. Le HSDPA représente ainsi donc la première évolution du réseau mobile de troisième génération UMTS.
Le HSDPA permet d'améliorer les capacités « bearer » du réseau mobile et rend possible et viable le concept des communications multimédias n'importe où, n'importe quand. Le HSDPA permet de supporter des services tels le téléchargement de fichiers audio ou vidéos, la diffusion vidéo à la demande ou en temps réel, la visiophonie ou encore la réception de programmes TV via un réseau d'accès à commutation de paquets asymétrique, nécessaire pour un environnement à plusieurs utilisateurs.
Le HSDPA, basé sur la norme 3GPP RELEASE 99 VERSION 5, est en fait une optimisation du lien descendant de la station émettrice vers le terminal mobile de la norme UMTS. Au travers de ce projet bibliographique, les éléments clés de cette optimisation qui sont l'ajout de nouveaux canaux, l'amélioration de la couche MAC, l'AMC (Adaptive Modulation and Coding), le HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest), le Fast Scheduling et le FCSS (Fast Cell Site Selection) seront passés en revue. Aussi, une brève description de la technologie HSUPA sera faite à la fin de ce projet.

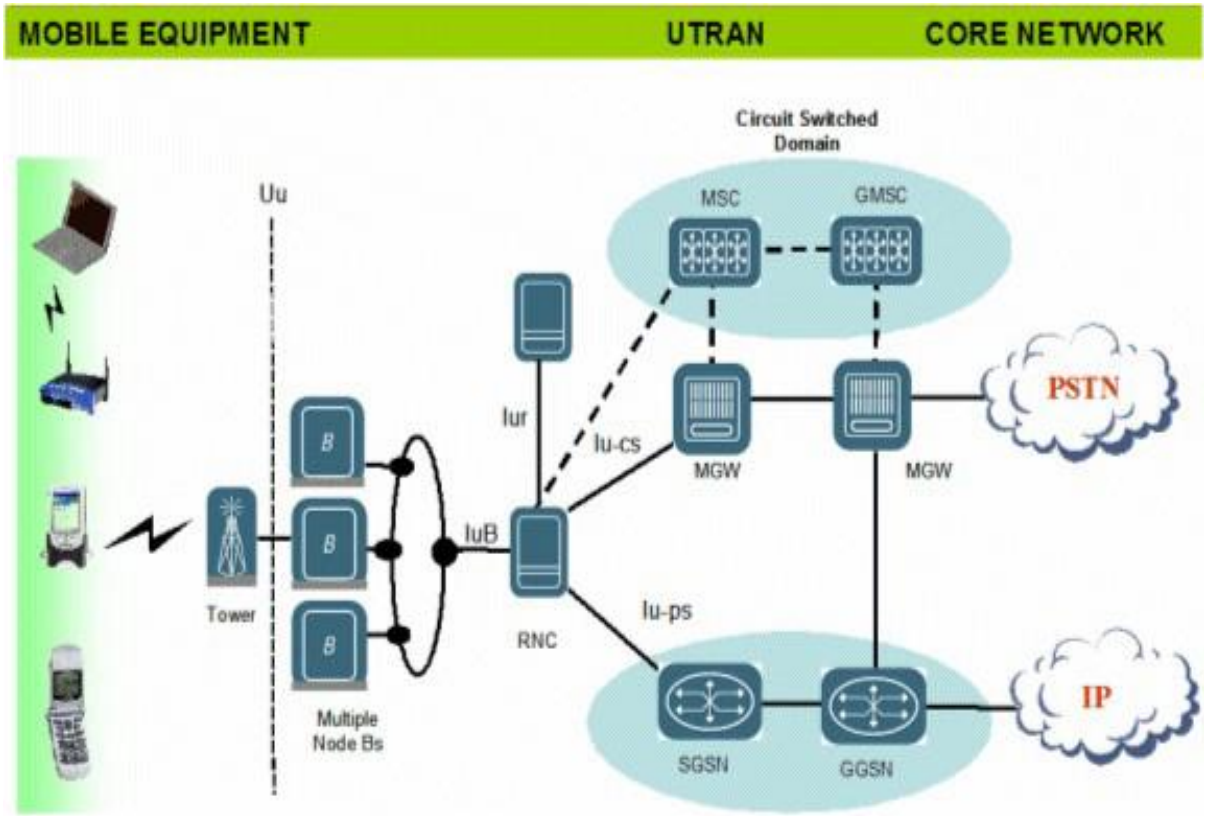
2-2 LA NORME UMTS

L'Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) est une technologie de téléphonie mobile de troisième génération (3G) européenne basée sur la norme 3GPP RELEASE 99. Elle est elle-même basée sur la technologie WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), standardisée par le 3GPP et constitue l'implémentation européenne des spécifications IMT-2000 de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) pour les systèmes radio cellulaires 3G. L'UMTS est parfois aussi appelé 3GSM, soulignant l'inter-opérabilité qui a été assurée entre l'UMTS et le standard GSM auquel elle succède.
L'UMTS repose donc sur la technique d'accès multiple W-CDMA, une technique Dite à étalement de spectre, alors que l'accès multiple pour le GSM se fait par une combinaison de division temporelle TDMA (Time Division Multiple Access) et de division fréquentielle FDMA (Frequency Division Multiple Access).
Grâce à sa vitesse accrue de transmission de données, l'UMTS ouvre la porte à des applications et services nouveaux. L'UMTS permet en particulier de transférer dans des temps relativement courts des contenus multimédia tels que les images, les sons et la vidéo. Les nouveaux services concernent surtout l'aspect vidéo :
Visiophonie, MMS, Vidéo à la demande, Télévision.
La technologie d'accès en UMTS est l'UTRA ou Universal Terrestrial Radio Access. Les fréquences sont allouées selon les techniques de duplexage suivantes :

- Duplex temporel TDD ou UTRA/TDD : 1900 à 1920 MHz et 2010 à 2025 MHz (bande de 35 MHz)
- Duplex fréquentiel FDD ou UTRA/FDD : 1920 à 1980 MHz (uplink de 60 MHz) et 2110 à 2170 MHz (downlink de 60 MHz) La bande passante d’un canal est de 5 MHz.

2-2-1 ARCHITECTURE D'UN RÉSEAU UMTS

Figure 2-1 Architecture d'un réseau UMTS



Nous retrouvons bien les éléments essentiels du réseau UMTS :

- L'équipement usager UE (User Equiment) ou ME (Mobile Equipment) – partie banalisée de l'UE.
- La technologie d'accès radio UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network) de l'UMTS composé du Node B (la station de base) et du RNC (Radio Network Controller).

Le réseau coeur ou Core Network basé sur l'architecture GSM et GPRS [GERAN]. Il correspond au regroupement fonctionnel de deux domaines. Un domaine circuit (Circuit Switched) reprend l'architecture du NSS GSM pour la transmission de parole et les services de type temps réel (figure 2-1-PSTN). Le deuxième domaine paquet (Packet Switched) reprend l'architecture du réseau coeur GPRS pour la transmission de données (figure 2-1-IP).

- Sur la figure 2-1, le bloc MGW (Media Gateway) est en fait un regroupement des fonctionnalités du MSC et du GMSC.

2-2-2 LES CANAUX UMTS

Un canal physique est défini comme la ressource de référence dans un système de communication sans fil : c'est la ressource qu'il faut utiliser pour supporter une communication. En UMTS ou UTRA/FDD (technologie d'accès radio en UMTS qui consiste à faire un duplexage de type fréquentiel et nécessitant une paire de porteuses – une pour émettre et l'autre pour recevoir), un canal physique est caractérisé par :

→une fréquence porteuse UMTS

→ un code de canalisation ou code OVSF (type Walsh Hadamard)

→ un code de brouillage ou scrambling code (codes pseudo-aléatoires

dérivés des séquences de Gold) Ainsi donc, sur les canaux physiques chargés de véhiculer l'information via l'interface radio sont multiplexés des canaux logiques transportant un type d'information donné avec une certaine périodicité. On distingue donc en UMTS trois types de canaux :

→ les canaux physiques (transportant l'information sur l'interface radio)

→ les canaux logiques (définis par la nature de l'information transportée)

→ et les canaux de transport (définis par les caractéristiques de la transmission sur l'interface

radio : type de codage canal, taille de CRC..etc) Comme cité précédemment, les canaux logiques sont définis par le type d'information transportée. La norme UMTS distingue deux classes de tels canaux :

→ les canaux logiques de contrôle

→ les canaux logiques de trafic

Les canaux de transport sont, quant à eux, définis par la manière dont l'information est transmise sur l'interface radio.
Ainsi donc, les trois différents canaux définis dans RELEASE 99 et pouvant être utilisés pour la transmission de paquets de données dans le sens descendant sont:

- DCH
- DSCH
- FACH

2-3 LES PRINCIPES DU HSDPA

HIGH-SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS, également connu sous le nom de HSDPA, est un protocole de téléphonie mobile visant à accroître les taux de transfert de données et de la capacité des réseaux de troisième génération par le biais de transfert de données à l'aide d'un téléphone cellulaire. Le HSDPA communément appelée 3,5G ou encore 3G+ (*dénomination commerciale*), offre des performances dix fois supérieures à la 3G (*UMTS Release 99*) dont il est une évolution logicielle. Cette évolution permet d'approcher les performances des réseaux DSL (*Digital Subscriber Line*).

Le HSDPA est le lien descendant du réseau vers le terminal à haut débit en mode paquets. Cette technologie est définie dans la norme WCDMA 3GPP Rel. 5, et basée sur la technologie de communication WCDMA.

Le WCDMA-FDD (WCDMA - *Frequency Division Duplex*) était destiné jusqu'à présent à un débit de données utiles de 384 kbit/s ou bien de 2 Mbit/s avec une procédure à codes multiples. Si le débit chip ne varie pas sur l'interface air (*3,84 MChip/s*), les canaux HSDPA peuvent transmettre en plus, en liaison descendante, jusqu'à 14,4 Mbit/s (*théoriques*) et ceci, grâce à des principes de communication subtils au niveau des couches inférieures - physique et couche MAC – des partenaires de communication, c'est-à-dire la station de base et le mobile.

Néanmoins, le principal inconvénient concernant le HSDPA est le débit montant (*uplink*) qui reste inchangé et reste donc borné au niveau de référence de l'UMTS, c'est-à-dire 384 Kbit/s.

Les éléments clés de cette nouvelle norme sont les suivants :

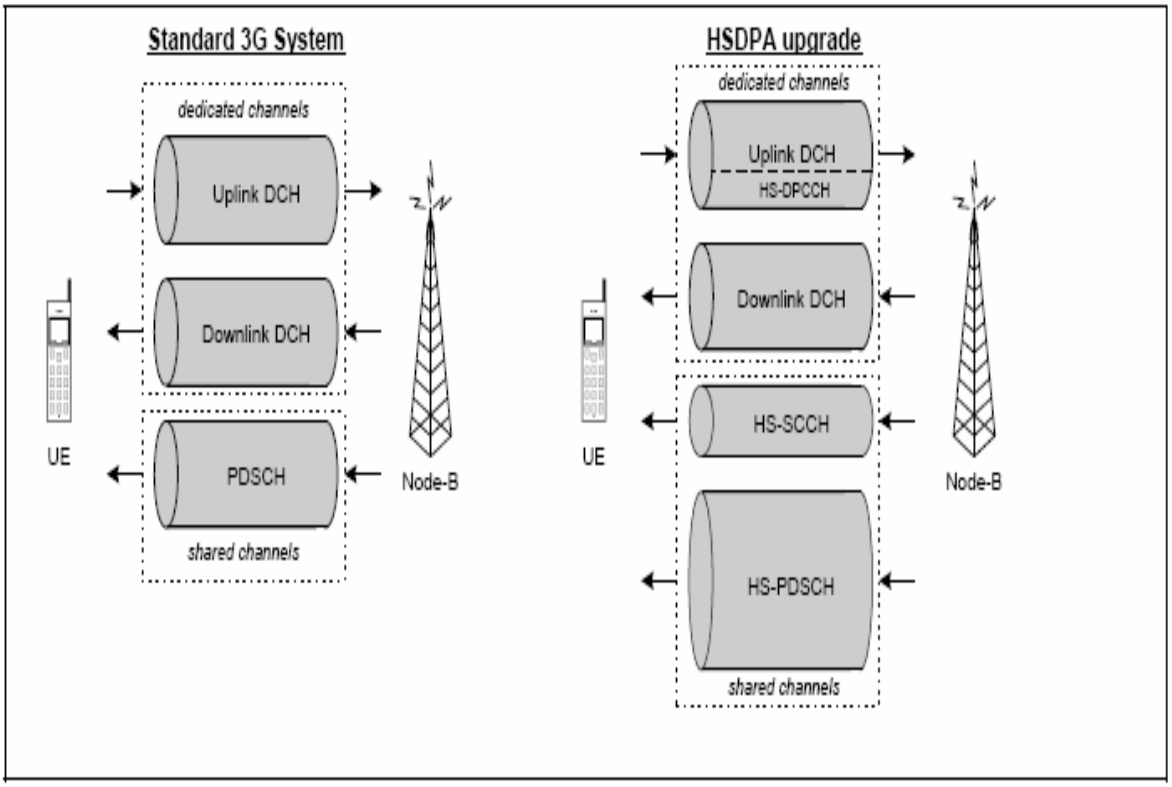
- Raccourcissement et utilisation intelligente du TTI (Transmission Time Interval) de 10 ms à 2 ms
- Utilisation d'un type de modulation de niveau supérieur (16QAM)
- Adaptation rapide et optimisée de la modulation, du codage des canaux et de la puissance en liaison descendante aux conditions actuelles du canal radio (*AMC*).
- Retour d'information permanent et rapide de la qualité de réception dans le terminal (*CQI : Channel Quality Indication*)
- Définition de brèves durées de réponse dans la couche physique du terminal mobile, dans lesquelles il est indiqué si un paquet de données HSDPA a été (compris) ou non (processus ACK- /NACK)
- Répétition du message (retransmission) avec codage modifié (*Incremental Redundancy*) le mobile superpose intelligemment des fragments reçus séparément dans le temps (*Soft Combining*) et tente de décoder l'ensemble du message.
- Répartition des blocs de transmission dans des processus parallèles commandés indépendamment les uns des autres (*Hybrid Automatic Repeat Request* ou HARQ).

Cela dit, on s'attend à ce que le problème du lien montant soit résolu avec l'apparition du HSUPA (HIGH-SPEED UPLINK PACKET ACCESS). La technologie HSUPA sera brièvement introduite à la fin de ce projet bibliographique.

2-3-1 LES CANAUX HSDPA

Dans le but d'implémenter la technologie HSDPA, trois nouveaux canaux ont été introduits dans les spécifications de la Release 5 : le HS-DSCH, le HS-SCCH et le canal physique HS-DPCCH.
Le HS-DSCH (*High Speed Downlink Shared Channel*) est un canal partagé qui transporte les données des utilisateurs sur le lien descendant, avec un débit pic allant au delà des 10 Mb/s.
Le canal HS-SCCH (*High Speed Shared Control Channel*) prend en charge l'information de contrôle nécessaire de la couche physique afin de permettre le décodage des données sur le canal HS-DSCH.
Enfin, le canal HS-DPCCH (*High Speed Dedicated Physical Control Channel*) transporte l'information de contrôle nécessaire sur le lien montant, notamment les acquittements ACK (positifs et négatifs) ainsi que l'information sur la qualité du lien radio.

Fig2-2 Évolutions des canaux en technologie HSDPA



Au niveau logique, on retrouve les canaux dédiés habituels associés au trafic usager (DTCH) et à la signalisation (DCCH) pour les sens montant et descendant.
La signalisation et le trafic usager montant sont supportés par des canaux de

transport dédiés DCH traditionnels. En revanche, le trafic usager descendant est porté par un nouveau canal de transport : le HS-DSCH.
Ce canal possède des caractéristiques spécifiques tout comme les autres canaux de la Release 99. Dans le but de résumer ces caractéristiques, un tableau comparatif montrant les ressources associées aux canaux DCH, DSCH et HS-DSCH du lien descendant est dressé ci-dessous.

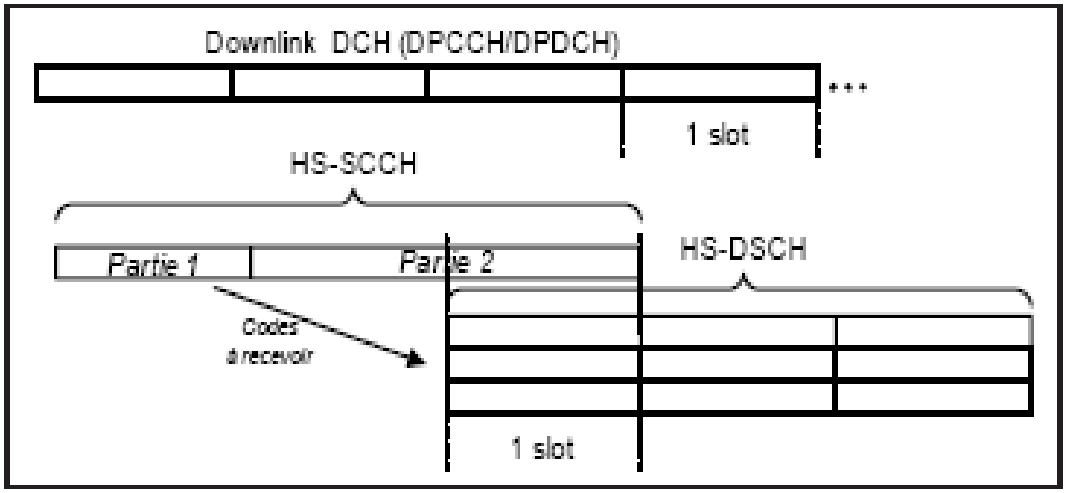
Figure 2-3 Comparaison du canal HS-DSCH avec les autres canaux du lien descendant

CANAL	HS-DSCH	DSCH	DCH [DOWNLINK]
SPECIFICATION	RELEASE 5	R99	R99
FACTEUR D'ETALEMENT	FIXÉ, 16	VARIABLE, 4-256	FIXÉ, 512-4
MODULATION	QPSK/16QAM	QPSK	QPSK
CONTROLE DE PUISSANCE	PUISSANCE CONSTANTE	RAPIDE [BASÉ SUR LE DCH ASSOCIÉ]	RAPIDE
ENTRELACEMENT	2 ms	10-80 ms	10-80 ms
SCHEMA DE CODAGE CANAL	TURBOCODE	TURBOCODE ET CODAGE CONVOLUTIONNEL	TURBOCODE ET CODAGE CONVOLUTIONNEL

Le format de transport appliqué au HS-DSCH est fixe : protection par un CRC de 24 bits et codage canal par turbo-code de rendement 1/3. Cependant, lorsque la qualité de la transmission est suffisante, le Node B peut réduire le nombre de bits de redondance par poinçonnage, ce qui permet de transmettre plus de données usager par TTI. Le HS-DSCH a également la particularité de ne pas fonctionner en macro-diversité ou soft handover. Ainsi, pour un terminal, les blocs de données HSDPA ne proviennent que d'une seule cellule. Cette même cellule est désignée comme étant la meilleure après consultation de l'active set du SRNC (*Serving Radio Network Controller*). L'active set est une « liste » comprenant les cellules en «communication » avec le mobile.
Au niveau de la couche physique, on retrouve les canaux DPCH correspondant aux canaux de transport DCH. Un nouveau type de canal physique fait son apparition en HSDPA : le HS-PDSCH. Il est de SF égal à 16 et est associé au canal de transport HS-DSCH.

Il existe par ailleurs deux autres canaux de contrôle réservés à l'interface physique: le HS-SCCH (*High Speed Shared Control Channel*) et HS-DPCCH (*High Speed Dedicated Physical Control Channel*).
Le canal HS-SCCH transporte l'information nécessaire à la démodulation de l'information du canal HS-DSCH. C'est un canal bas débit (SF=128) contenant les données primordiales au mobile pour le décodage de paquets de données, c'està-dire :
• L'identité du mobile destinataire.
• Les codes OVSF impliqués.
• Le type de modulation employé [QPSK ou 16QAM].
• La taille de *Transport Block* utilisée.
Un usager peut avoir recours à un maximum de quatre canaux HS-SCCH à un temps donné.

Figure 2-4 Relation du timing entre le canal HS-SCCH et HS-DSCH



Chaque bloc HS-SCCH est composé de trois slots et divisé en deux parties fonctionnelles, comme l'illustre la figure précédente. La première partie (premier slot) transporte l'information critique dans le temps pour déclencher le processus de démodulation au moment prévu.
Les paramètres de la première partie indiquent :
• les codes à désétaler (ceci renvoie aux capacités du terminal à désétaler un maximum de 5, 10 ou 15 codes)
• le type de modulation utilisé : QPSK ou 16QAM.
Les deux autres slots, correspondant à la deuxième partie, contiennent des paramètres moins sensibles au temps, tel que le CRC, qui permet de vérifier la validité de l'information du HS-SCCH ainsi que celle du processus HARQ.
Parmi les paramètres indiqués par cette deuxième partie, nous pouvons trouver :
• l'information concernant la version de redondance afin de permettre un

décodage réussi et la combinaison avec des retransmissions antérieures
- le nombre de processus ARQ pour indiquer à quel processus ARQ appartient les données
- l'indicateur de première et dernière retransmission afin de savoir si la transmission doit être combinée avec les données existantes dans le buffer (dans le cas où le décodage échoue) ou si le buffer doit être vidé et ensuite rempli avec de nouvelles données.

Dans la figure 4, un terminal dispose de la durée d'un seul slot pour déterminer les codes à désétaler à partir du HS-PDSCH. L'utilisation d'un masque spécifique permet au terminal de vérifier si les données lui sont destinées. Un terminal est capable de gérer jusqu'à quatre canaux HS-SCCH (la partie 1 de chaque canal).
Cependant dans le cas où il y a des données pour le terminal sur des TTI consécutifs, le HS-SCCH devra être alors le même pour ce terminal afin d'augmenter la fiabilité de l'information de signalisation. Ce type d'approche est nécessaire non seulement afin d'éviter au terminal de placer dans son buffer des données qui ne lui sont pas destinées, mais aussi dans le cas où les codes utilisés dépassent le nombre maximum pouvant être traité par le terminal.
Enfin, le canal HS-DPCCH est le troisième nouveau canal introduit dans HSDPA.
C'est un canal dédié bas débit (SF=256) servant de canal de retour. Il en existe un par terminal utilisant des ressources HSDPA. Sa fonction est de rapporter au Node B les informations suivantes :
- Le CQI (Channel Quality Information) qui est un indicateur de qualité de la transmission mesurée par le terminal. Le Node B va utiliser cette information pour adapter le codage canal pour les transmissions ultérieures à destination de ce terminal.
- Les acquis de réception de paquets MAC. Ces informations sont utilisées par le Node B dans les algorithmes HARQ, pour retransmettre les paquets erronés.

L'information sur la qualité du canal radio est ensuite utilisée pour adapter de façon dynamique la transmission au canal de propagation (adaptation de la taille du bloc de transport, le type de modulation, nombre de codes alloués, de la puissance d'émission).

2-3-2 ARCHITECTURE DES PROTOCOLES

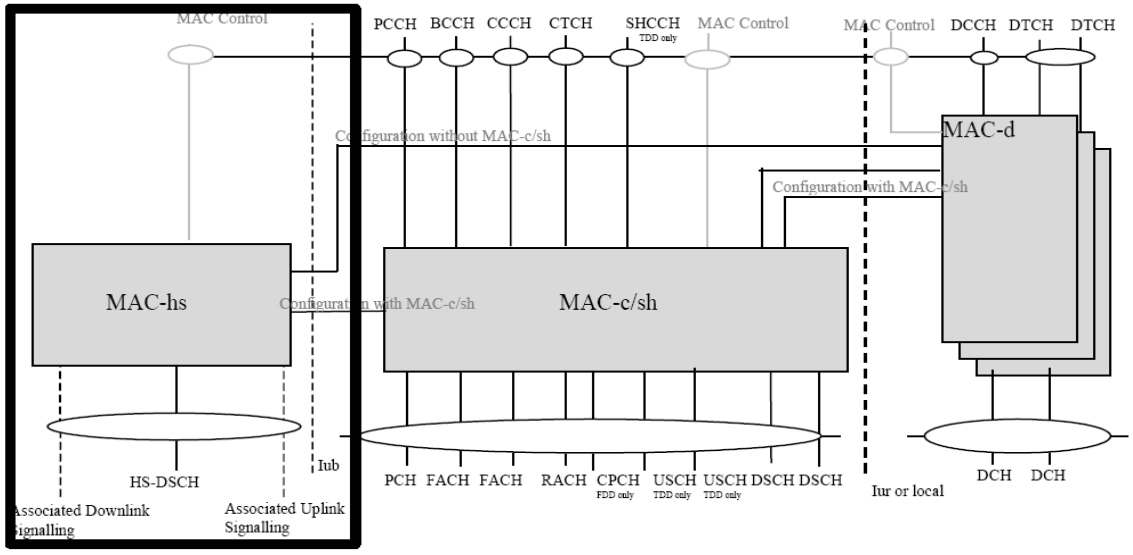
Dans la Release 99, tous les canaux de transports sont terminés au RNC (Radio Network Controller). Le RNC est l'élément principal dans le RNS (Radio Network Subsystem) qui contrôle l'utilisation et la fiabilité des ressources radio. Il existe trois types de RNC : SRNC (Serving RNC), DRNC (Drift RNC) et CRNC (Controlling RNC).
La procédure de retransmission pour les paquets de données est située dans le SRNC, qui assure également le raccordement d'un utilisateur particulier au réseau coeur. Avec l'introduction de HS-DSCH, une intelligence additionnelle sous forme de couche MAC HSDPA

(MAC-hs) est installée dans le Node B. De cette façon, les retransmissions peuvent être contrôlées directement par le Node B, ce qui permet une retransmission plus rapide.
Avec HSDPA, l'interface Iub entre le Node B et le RNC exige un mécanisme de contrôle de flux pour s'assurer que les buffers du Node B sont employés correctement et qu'il n'y a aucune perte de données due au débordement de ces buffers. Bien qu'il y est ajouté une nouvelle fonctionnalité MAC supplémentaire dans le Node B, le RNC maintient toujours les fonctionnalités de Release 99 version 4 de contrôle du lien radio (RLC), en s'occupant de la retransmission au cas où la transmission du HS-DSCH du Node B échouerait après, par exemple, avoir excédé le nombre maximum de retransmissions de la couche physique.
Ainsi donc, la couche RLC (dont le rôle principal est d'assurer une transmission fiable entre le RNC et le terminal) fonctionne de manière inchangée.
La couche MAC- d joue également un rôle similaire, c'est-à-dire la gestion des priorités entre les flux de données d'un même usager.
La couche MAC-hs ou MAC-high speed est une nouvelle couche de protocole en charge des fonctions spécifiques au transfert de données sur les canaux HS-PDSCH:

- La gestion des priorités et l'arbitrage entre les flux de données des différents usagers HSDPA de la cellule. Ce flux de données pouvant d'ailleurs provenir directement du RNC contrôlant le Node B, ou d'autres RNC au travers de l'interface Iur
- La gestion des retransmissions des trames MAC-hs au moyen des algorithmes HARQ
  Il y a une entité de la MAC-hs dans l'UTRAN pour chaque cellule supportant HSDSCH, comme illustré sur la figure 5 qui présente une vue d'ensemble des couches MAC coté UTRAN.

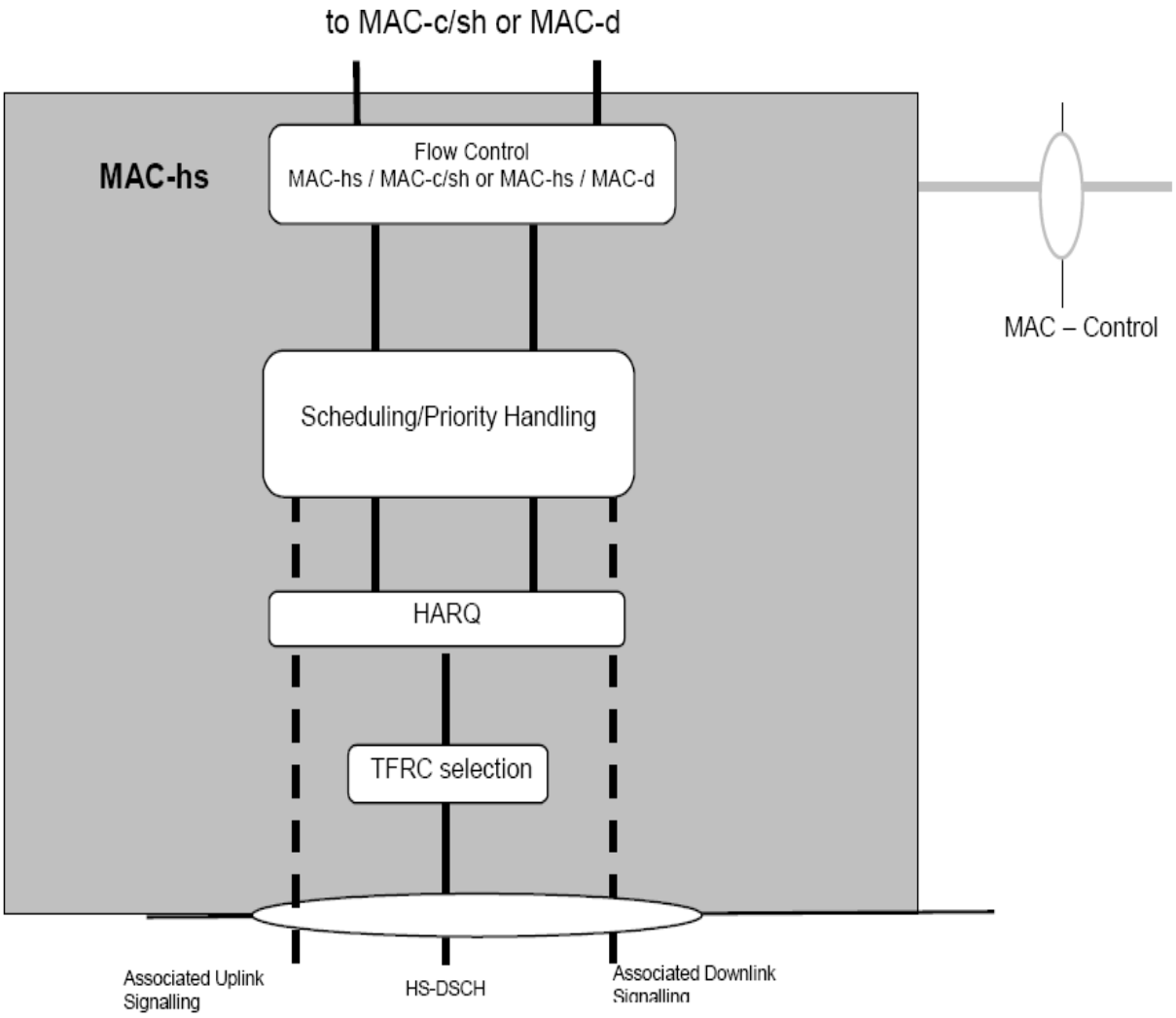
La MAC-hs est responsable de la manipulation des données transmises sur le HS-DSCH. En outre, elle est responsable de la gestion des ressources physiques allouées au HSDPA. La MAC-hs reçoit les paramètres de configuration provenant des couches plus élevées.

Figure 2-5 Architecture globale des couches MAC/MAC-hs [UTRAN]



La MAC-hs est ainsi responsable de l'ordonnancement, du HARQ et du choix de format de transfert (TF). Les entités fonctionnelles incluses dans la MAC-hs sont présentées dans la figure 2-6 :

Figure 2-6 Details de l'architecture des couches MAC/MAC-hs



• **FLOW CONTROL :**

Le « FLOW CONTROL » est le complément de la fonction de contrôle de flux existant dans le RNC pour les canaux dédiés, communs et partagés. Cette fonction est utilisée pour limiter la latence de signalisation de la couche 2 et pour réduire les données rejetées et retransmises en raison de la congestion de HSDSCH.

• **HYBRID AUTOMATIC REPEAT REQUEST :**

Le « HARQ » est une fonction qui améliore les performances dans HSDPA car il combine :

I. la correction d'erreurs par redondance de la couche physique

II. la correction d'erreurs par retransmission de la couche liaison de données

• **SCHEDULING/PRIORITY HANDLING:**
Le « SCHEDULING/PRIORITY HANDLING » est une fonction gérant les resources HSDSCH entre les entités HARQ et les flux de données selon leur priorité.
• **TRFC SELECTION**
Le « TRFC SELECTION » est responsable de la sélection appropriée de la combinaison du format de transport et de ressource pour les données à transmettre sur le canal HSDSCH. Les fonctions de deux entités fonctionnelles principales dans le MAC-hs, le HARQ avec l'AMC (Adaptive Modulation and Coding) et l'ordonnanceur sont décrites
en détail dans la section suivante.

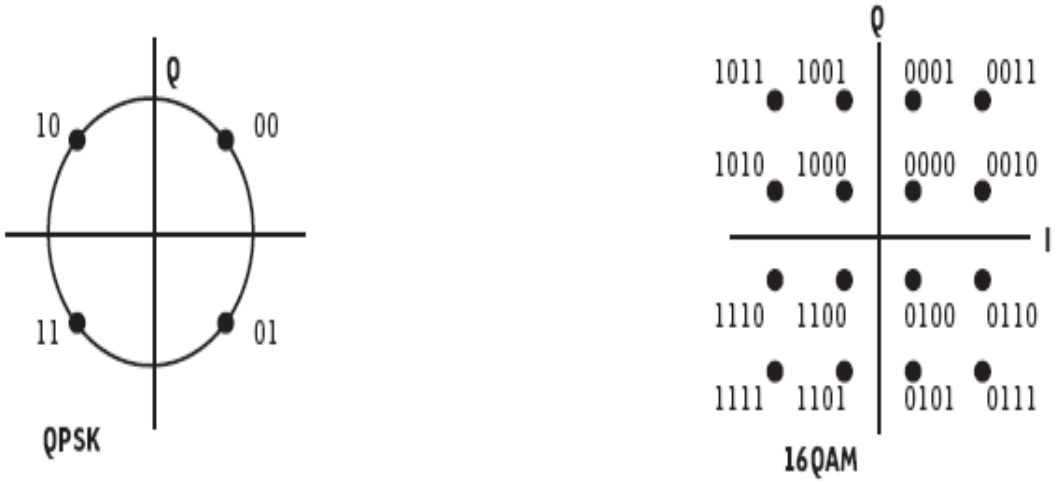
2-4 LES EVOLUTIONS TECHNIQUES DE LA TECHNOLOGIE HSDPA

2-4-1 MODULATION ET CODAGE ADAPTATIF

Dans les réseaux mobiles cellulaires, la qualité du signal reçu par un terminal dépend d'un nombre de facteurs conséquents – la distance entre la station de base désirée et les autres stations interférentes, pertes par propagation, « lognormal shadowing », «short term Rayleigh fading » et le bruit. Dans l'optique d'améliorer la capacité système, débit et couverture, le signal transmis vers et par un utilisateur particulier est modifié pour prendre en compte les variations de la qualité du signal à travers un processus connu comme étant l'adaptation du lien radio ou « link adaptation ».
Une des techniques majeures introduites dans le WCDMA est le contrôle de puissance. L'idée est d'augmenter la puissance de transmission quand la qualité du signal reçu est faible et de diminuer la puissance de transmission quand la qualité du signal en réception atteint un seuil donné. Ceci permet une communication fiable entre l'émetteur et le récepteur. Ainsi la technique de contrôle de puissance réduit les interférences intra et inter-cellules causées par une puissance de transmission trop importante, la capacité du système étant ainsi augmentée.
Une technique alternative au contrôle de puissance en faisant face aux effets
variables du canal dans le temps est de compenser les évanouissements. Au lieu de garder une qualité de signal constante au niveau du récepteur, on peut changer la modulation et le code du signal transmis de telle façon que le maximum de données soit transmis lorsque l'état du canal est bon et le moins possible lorsque le canal est détérioré. Cette technique est l'AMC ou (Adaptive Modulation and Coding). Elle offre une solution alternative au « link adaptation » et permettrait d'augmenter la capacité système globale. Comparé à la technique conventionnelle de contrôle de puissance, l'AMC apporte une capacité beaucoup plus élevée pour les systèmes radio à transmission de paquets. Un autre avantage de l'AMC est que la puissance d'émission est fixe pendant toute la durée de la trame, réduisant ainsi significativement les interférences provenant des autres utilisateurs.
De plus une nouvelle modulation est proposée dans la Release 5 : la modulation

16QAM. Contrairement à la modulation QPSK, celle-ci est optionnelle et dépend du type de terminal utilisé. Il faut noter que l'introduction d'un ordre de modulation plus élevé est accompagnée d'une plus grande complexité dans les terminaux mobiles, qui doivent estimer l'amplitude relative des symboles reçus.
Cette estimation d'amplitude est nécessaire pour que le terminal puisse séparer tous les points de la constellation 16-QAM, comme illustré par la figure 7. Étant donné que cette estimation devient plus difficile lorsque la qualité du signal reçu est mauvaise, il est alors plus judicieux d'utiliser la modulation QPSK dont la constellation est moins dense.

Figure 2-7 Constellations des modulations QPSK et 16QAM



En combinant le type de modulation, le taux de codage et le nombre de codes supportés, nous obtenons plusieurs combinaisons, appelées également schémas de modulation et de codage ou MCS (Modulation and Coding Schemes), qui ont été proposées par 3GPP dans la Release 5 et résumées dans la figure 8. Ainsi, un utilisateur qui serait proche d'une station de base pourrait se voir attribuer, par exemple, une modulation 16-QAM avec un taux de codage de 3/4 et dont le terminal supporte 15 codes en parallèles. Cette combinaison lui permettrait de bénéficier d'un débit de l'ordre de 10.7 Mb/s sur le lien descendant. L'AMC a été intégré aux fonctionnalités des Node B supportant la technologie HSDPA. Par conséquent, la station de base a la responsabilité de sélectionner l'algorithme de modulation et de codage approprié. Selon le nombre de codes parallèles pouvant être supporté par le terminal, nous obtenons plusieurs classes de terminaux HSDPA spécifiées dans la Release 5 avec un total de 12 catégories. Ces catégories permettent d'avoir des débits pics allant de 0.9 à 14.4 Mb/s, comme le montre la figure 9. Les dix premières classes de terminaux doivent être capables de supporter la modulation 16-QAM, alors que les deux dernières supportent uniquement la modulation de base QPSK.

Figure 2-8 Schéma de modulation et de codage MCS sur le lien descendant

MCS	MODULATION	TAUX DE CODAGE	DEBIT MAX 5 CODES	DEBIT MAX 10 CODES	DEBIT MAX 15 CODES
1	QPSK	1 / 4	600 Kbps	1.2 Mbps	1.8 Mbps
2		2 / 4	1.2 Kbps	2.4 Mbps	3.6 Mbps
3		3 / 4	1.8 Kbps	3.6 Mbps	5.4 Mbps
4	16QAM	2 / 4	2.4 Mbps	4.8 Mbps	7.2 Mbps
5		3 / 4	3.6 Mbps	7.2 Mbps	10.7 Mbps

Figure2-9 Catégories de terminaux supportant la technologie HSDPA

CATEGORIE	NBR MAXIMUM DE CODES PARALLELES	BITS DE CANAUX DE TRANSPORT PAR TTI	TYPE DE HARQ	DEBITS (Mbps)
1	5	7298	SOFT COMBINING	1.2
2	5	7298	IR	1.2
3	5	7298	SOFT COMBINING	1.8
4	5	7298	IR	1.8
5	5	7298	SOFT COMBINING	3.6
6	5	7298	IR	3.6
7	10	14411	SOFT COMBINING	7.2
8	10	14411	IR	7.2
9	15	20251	SOFT COMBINING	10.2
10	15	27952	IR	14.4
11	5	3630	SOFT COMBINING	0.9
12	5	3630	IR	1.8

2-4-2 HYBRID AUTOMATIC REPEAT REQUEST

Afin d'assurer la fiabilité des transmissions, on distingue deux grandes classes de mécanismes : les mécanismes réactifs ARQ (Automatic Repeat reQuest) et les mécanismes proactifs FEC (Forward Error Correction). Dans les mécanismes réactifs, l'émetteur réagit à la signalisation d'une perte de paquet en retransmettant ce paquet. Cette signalisation peut être effectuée par l'émission d'acquittements positifs ACK (ACKnowledgement) ou négatifs NAK (Negative-AcKnowledgement). En ce qui concerne le fonctionnement des mécanismes proactifs, l'émetteur rajoute des paquets de redondance permettant au récepteur de récupérer des paquets perdus. Ces paquets de redondance sont calculés en utilisant des codes correcteurs d'erreurs. Ces deux mécanismes sont souvent combinés en utilisant des acquittements pour ajuster la quantité

de redondance des codes FEC. Une telle combinaison de mécanismes est appelée ARQ hybride ou HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest).
Le HARQ peut être caractérisé par certains paramètres tels que la synchronisation, l'adaptativité ainsi que la manière dont est faite la combinaison. Quand la relation temporelle entre la transmission originale et la (ou les) retransmission(s) est fixe, l'opération HARQ est dite alors « synchrone ». Si, au contraire, les retransmissions
sont programmées à n'importe quel moment après avoir reçu un ACK, on parlera alors d'opération « HARQ asynchrone ».
On dit qu'un système HARQ est adaptatif si on peut réaliser des retransmissions en utilisant un autre type de modulation autre que celui qui a été utilisé pour la transmission originale. Par exemple, si la modulation QPSK est utilisée durant la première transmission d'un paquet et que celle-ci échoue, la 16-QAM peut être utilisée pour la retransmission de ce même paquet si les conditions du canal ou des ressources radio (puissance du signal et/ou codes de canalisation) changent entre la première transmission et les retransmissions qui s'en suivent.
On distingue deux variantes de l'HARQ selon que l'on combine ou non les retransmissions :

- HARQ de type I : dans cette variante, appelée aussi *chase combining* ou *softcombining*, il n'y a pas de combinaison des retransmissions. Le Soft combining fait appel à la retransmission par l'émetteur du même paquet de données codées. Le décodeur au niveau du récepteur combine ces copies multiples du paquet envoyé, pondérés par le rapport de signal/bruit ou SNR reçu.
- HARQ de type II : cette technique, connue aussi sous le nom de IR (Incremental Redundancy) qui, contrairement à la précédente qui envoie des répétitions simples de tout le paquet encodé, envoie ici une information redondante additionnelle d'une manière incrémentale si le décodage échoue à la première tentative.

Le protocole HARQ est basé sur un système UPLINK ASYNCHRONE et DOWNLINK SYNCHRONE**.** La technologie HSDPA s'appuie donc sur un mécanisme HAR asynchrone et adaptatif et peut fonctionner avec les deux variantes Soft combining et IR. Il est à noter qu'avec la deuxième variante, on obtient de meilleures performances, mais elle nécessite plus de mémoire dans le récepteur du terminal mobile pour stocker les informations de redondance.

2-4-3 L'ORDONNANCEMENT RAPIDE

L'ordonnancement ou « scheduler » est l'un des plus importants mécanismes de gestion de ressources dans les réseaux HSDPA et permet de déterminer à quel utilisateur il convient de transmettre dans un intervalle de temps donné. C'est un élément déterminant dans la conception puisqu'il répartit l'allocation du canal entre les utilisateurs et ainsi, d'une manière générale, détermine le comportement global du système. L'ordonnancement pour HSDPA est désigné comme étant rapide et cela dû au fait que, comparé avec les spécifications du Release 99, l'ordonnancement est déplacé du RNC au Node B pour réduire les délais. Ainsi des décisions de

séquencement plus rapides peuvent être prises. En rajoutant d'autres fonctionnalités, telles que le choix de la version de redondance et l'algorithme de modulation et de codage, le principe fondamental de l'ordonnanceur pour HSDPA devient la programmation de la transmission pour les différents utilisateurs. Les données à transmettre aux utilisateurs sont placées dans différentes files d'attentes ou buffers, et l'ordonnanceur doit déterminer l'ordre séquentiel dans lequel les flux de données sont envoyés. Ainsi, en choisissant différents algorithmes d'ordonnancement, les opérateurs peuvent adapter sur
mesure le comportement du système à leurs besoins.
Il existe cinq algorithmes d'établissement du scheduler populaires et pertinents
dans HSDPA :

• La méthode de Round-Robin ou RR

L'algorithme de RR alloue un canal aux utilisateurs dans un ordre cyclique offrant
ainsi un partage de la ressource temporelle parmi les utilisateurs. Le nombre de time slots alloués à chaque utilisateur peut être choisi pour être inversement proportionnel aux débits d'utilisateurs, ainsi le même nombre de bits est transmis pour chaque utilisateur dans un cycle. Cette méthode est la "plus juste" dans le sens qu'elle garantit une distribution équitable parmi tous les utilisateurs de la cellule. Néanmoins, puisque le scheduler ignore les conditions radio du canal, il n'offre pas un débit équitable parmi les utilisateurs. Aussi, un autre inconvénient de l'ordonnanceur RR est qu'il n'y a aucune différentiation de la qualité de service pour différentes classes d'utilisateurs.

• La méthode du maximum C/I [Carrier over Interference]

Ce scheduler convient à l'adaptation rapide aux variations instantanées du canal.
Durant chaque TTI, un canal HS-DSCH est alloué à l'utilisateur qui a les meilleures conditions de canal. En réalité, la Node B utilise le CQI signalé par la procédure d'adaptation du lien et alloue le canal HS-DSCH à l'utilisateur présentant le meilleur SIR [Signal to Interference Ratio]. Dans une situation idéale, lorsque les conditions de canal des utilisateurs présentent des statistiques similaires, cette stratégie maximise la capacité globale du système et le débit des utilisateurs individuels. En réalité, les statistiques ne sont pas symétriques car les utilisateurs peuvent être proches de la station de base avec un meilleur SIR moyen, en bordure de cellule avec des conditions relativement médiocres, immobiles ou se déplaçant à grande vitesse, dans un environnement riche en multi-trajets ou inversement. Ainsi, en utilisant la stratégie du max C/I en pratique, le canal est toujours alloué avec un ordre de MCS [c'est-à-dire un plus grand débit de transmission moyen] important.
Néanmoins, cet algorithme maximise la capacité de cellule mais présente un problème d'équité parmi les utilisateurs, particulièrement pour les utilisateurs en bordure de cellule. Aussi, les contraintes de QoS (par exemple le débit dans un temps donné et non le débit moyen sur le long terme) des différents services ne sont pas pris en compte par ce scheduler, ce qui peut avoir un effet drastique sur les couches supérieures (par exemple TCP) ou sur certains services de streaming.

• La méthode du Proportional Fair, PF ou R[n]/Rav

Cette méthode tient compte de la variation à court terme des conditions du canal radio et à long terme du débit de transmission de chaque utilisateur. Dans cette méthode, l'utilisateur avec le plus grand R[n]/Rav est servi d'abord, où R[n] est le débit dans le time slot courant n et Rav est le débit moyen pour l'utilisateur dans la fenêtre moyenne passée. La taille de la fenêtre moyenne détermine la durée maximale pendant laquelle un utilisateur peut être privé de données. Cependant il faut trouver un compromis entre le retard maximum tolérable et le débit dans la cellule. D'autre part, si le débit moyen d'un utilisateur est faible, le R[n]/Rav pourrait être haut et le scheduler pourrait accorder le droit de transmission même si les conditions du canal courant ne sont pas les meilleures.

Pour chaque terminal, l'information disponible pour l'ordonnanceur inclut l'estimation de la qualité du canal (CQI) reçue sur le HS-DPCCH, la connaissance des files d'attente prioritaires, les processus de HARQ et la capacité du terminal.

Basé sur l'information, l'ordonnanceur exécute les fonctions suivantes :

➔ Programme tous les utilisateurs de HSDPA à l'intérieur de la cellule.

➔ Entretient des files d'attente prioritaires.

➔ Basé sur les rapports de statut à partir des processus HARQ, le programmateur détermine si une nouvelle transmission ou une retransmission serait faite.

➔ Détermine une version de redondance appropriée et un algorithme de modulation pour chaque PDU MAC-hs transmis et retransmis et indique la version de redondance aux couches inférieures.

• La méthode du Fair Throughput ou FT

Le Fair Throughput scheduler alloue un canal HS-DSCH aux utilisateurs pour réaliser un partage équitable du débit de la cellule entière parmi ces derniers. Pendant chaque TTI, un canal est alloué à l'utilisateur ayant le plus faible débit data moyen reçu durant les TTI précédents. Cet algorithme fournit un partage de ressources équitable mais n'exploite pas l'information instantanée du canal. Ainsi donc, ce scheduler néglige l'adaptation rapide du lien dans HSDPA et cela résulte dans de faibles débits moyens cellulaires.

• La méthode du Score Based ou SB

Le scheduler Score Based, proposé par Thomas Bonald, réside en fait dans l'allocation de canal à l'utilisateur ayant un maximum de débit de transmission en comparaison par rapport à ses précédentes statistiques. Cet algorithme a l'avantage de ne pas souffrir d'atténuation asymétrique et des contraintes de débit data, ce qui n'est pas le cas de l'algorithme Proportional Fair.

(source :

Thèse sur « l'étude multicouche dans le système HSDPA » présenté par Mohamad ASSAAD de l'Ecole Nationale Supérieure Télécommunications

« Analyse, implémentation et évaluation de performance de la future méthode d'accès HSDPA » Mémoire présenté par OMAR RACHID HADJAR du département d'informatique et de génie logiciel de la faculté des Sciences et de Génie de l'Université Laval Québec 2006**).**

2-4-4 FAST CELL SITE SELECTION

Le FCSS permet à l'utilisateur de choisir le Node B ayant les meilleures caractéristiques pour une transmission de données. L'avantage de cette technique est qu'elle permet à l'utilisateur d'obtenir un débit plus élevé.

2-5 LES DEBITS DE HSDPA

La norme définit différentes catégories de mobiles HSDPA, correspondant à différents niveaux de complexité et de performance. Les principaux éléments qui entrent en jeu sont décrits dans la figure 10 :

- Le nombre maximum de canaux HS-PDSCH que le terminal est capable de démoduler sur un TTI donné.
- La durée minimum, exprimée en TTI, entre deux paquets transmis à un mobile (« 1 » signifie que le terminal doit être capable de recevoir des données à chaque TTI de 2 ms, «3 » signifie que le terminal ne peut recevoir des données HS-DSCH avec une période plus courte que 6 ms).
- La taille maximum (en bits) d'un bloc HS-DSCH transmis sur un TTI de 2 ms.

Figure2-10 Les catégories de terminaux HSDPA

CATEGORIE	NB MAX CODES	MIN INTER-TTI	MAX HS-DSCH TBS(2 ms TTI)	DEBIT MAX THEORIQUE
1 et 2	5	3	7298	1,2Mb/s
3 et 4	5	2	7298	1,8Mb/s
5 et 6	5	1	7298	3,6Mb/s
7 et 8	10	1	14411	7,2Mb/s
9	15	1	20251	10,1Mb/s
10	15	1	27952	14Mb/s
11	5	2	3630	0,9Mb/s
12	5	1	3630	1,8Mb/s

La catégorie « 10 » est la plus performante. Les mobiles de cette catégorie sont capables de démoduler simultanément 15 codes HS-PDSCH (le maximum que peut offrir HSDPA dans une cellule), à chaque TTI de 2 ms. Le débit maximum théorique que peut accepter un terminal de ce type est de 14 Mb/s, ce qui est très supérieur aux 2 Mb/s théoriques que peut offrir la transmission sur canal physique dédié DPCH.

Un mobile de catégorie « 1 » a des performances beaucoup plus modestes. Il ne peut démoduler que 5 codes simultanément, et ne peut recevoir des données que tous les 3 TTI (6 ms). Toutes les catégories de mobiles supportent les modulations QPSK et 16QAM pour le haut débit, sauf les catégories 11 et 12 qui ne supportent que la modulation QPSK. Les débits mentionnés dans la

figure 10 sont des valeurs maximales théoriques. Il n'est possible de les atteindre que dans les meilleures conditions radio, avec un codage canal réduit au strict minimum.

2-5 HIGH SPEED UPLINK PACKET ACESS

HSUPA permet de répondre aux mêmes préoccupations que celles qui sont à l'origine de HSDPA : disposer pour la voie montante d'une technique de transmission haut débit plus rapide et plus efficace. Il est donc peu surprenant que HSUPA reprenne un certain nombre de principes de base de HSDPA :

- La technique de retransmission HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request).
  Comme pour HSDPA, les algorithmes HARQ sont appliqués au plus bas niveau dans le réseau, entre le terminal et le Node B.
- Un TTI réduit de 2 ms. A la différence de HSDPA, le TTI réduit de 2 ms est optionnel. Le TTI de 10 ms est la seule valeur obligatoire.
- Allocation des ressources par le Node B. Comme pour HSDPA, c'est le Node B qui est responsable de l'allocation des ressources, TTI par TTI.

Sur l'interface radio de l'UTRAN, les ressources de codes et de puissance sont gérées de manière assez différente entre la voie montante et la voie descendante. Pour cette raison, HSUPA n'utilise pas de canal partagé, à la différence de HSDPA. Le canal de base mis en oeuvre pour la transmission HSUPA est un canal physique dédié et amélioré, ce qui autorise l'utilisation de techniques de macro-diversité (ou Soft-Handover) pour les transmissions haut-débit. Le partage des ressources de chaque cellule est en fait réalisé par les Node B, qui vont moduler la puissance de transmission utilisable par chaque mobile en fonction des demandes de ressources issues de ces mêmes mobiles.

2-5-1 LES CANAUX HSUPA

Dans le sens montant, les canaux logiques DTCH et DCCH sont associés au nouveau canal de transport E-DCH (Enhanced Dedicated Channel). Comme pour le canal de transport HS-DSCH, l'E-DCH a un format fixe : TTI de 2 ou 10 ms, CRC de 24 bits associé à un turbocode de rendement 1/3.

Au niveau de la couche physique, HSUPA utilise les canaux suivants :

- E-DPDCH et E-DPCCH, associés au canal de transport E-DCH. Ces deux canaux physiques, de SF 2 à 256, sont multiplexés sur les voies I et Q. Le canal E-DPCCH contient une information particulière, le «happy bit» qui permet au terminal de demander le cas échéant, des ressources de transmission supplémentaires.
- E-AGCH (Absolute Grant Channel), E-RGCH (Relative Grant Channel) et EHICH (Hybrid ARQ Indicator Channel), spécifiques à la couche physique de l'UTRAN. Contrairement à HSDPA, les canaux haut débit E-DCH peuvent bénéficier de la technique de macro-diversité. Parmi les cellules présentes dans l'*active set* de l'EDCH

d'un mobile, l'une d'entre elles va jouer un rôle particulier. Il s'agit de la «serving E-DCH cell», à partir de laquelle le terminal va recevoir les allocations de ressources du canal E-AGCH. Le canal E-AGCH est un canal commun utilisé par le Node B pour allouer aux terminaux des ressources pour la transmission sur le canal E-DCH. Il est décodé par tous les mobiles présents dans la cellule, et permet d'indiquer à chacun la puissance de transmission maximale autorisée sur le canal E-DPDCH, en réponse aux requêtes émises sur le canal E-DPCCH. Ce canal utilise des trames TTI variable, 2 ou 10 ms, en fonction du TTI utilisé par l'E-DCH du mobile auquel l'allocution s'adresse.
Le canal E-RGCH est un canal dédié utilisé par les Nodes B impliqués dans l'active set du E-DCH. Ce canal permet à chaque Node B recevant un canal E-DPDCH de réduire la puissance de transmission du terminal sur ce canal haut débit, afin de limiter les interférences produites. Le canal E-HICH est utilisé par l'algorithme de répétition HARQ du Node B. Au travers de ce canal, le Node B renvoie au terminal les indications lui permettant de répéter les paquets erronés.

2-5-2 L'ARCHITECTURE DES PROTOCOLES

En complément des fonctions habituelles RLC et MAC-d, HSUPA met en oeuvre deux couches de protocoles supplémentaires : MAC-es (MAC enhanced SNRC) et MAC-e (MAC enhanced).
Le MAC-es, situé dans le SNRC, est chargé de la recombinaison des trames MAC-e provenant des liens de macro-diversité du canal E-DCH. Le MAC-e est en charge de l'allocation des ressources E-DPDCH, et de la gestion des répétitions HARQ. Comme pour le MAC-hs de HSDPA, cette couche de protocole est localisée dans le Node B pour une meilleure réactivité.

2-5-3 LES DEBITS DE HSUPA

Il existe dans la norme 3GPP différentes catégories de terminaux HSUPA en fonction :
• Du nombre maximal de codes E-DPCH que le terminal peut utiliser en émission.
• Du SF minimum et du TTI supporté.

Figure2-11 Les catégories de terminaux HSUPA

CATEGORIE	NB MAX CODES	MIN SF	E-DCH TTI (ms)	MAX E-DCH TBS (10ms TTI)	MAX E-DCH TBS (2ms TTI)	DEBIT MAX THEORIQUE
1	1	SF4	10	7110	-	0,7Mb/s
2	2	SF4	10/2	14484	2798	1,4Mb/s
3	2	SF4	10	14484	-	1,4Mb/s
4	2	SF2	10/2	20000	5772	2,9Mb/s
5	2	SF2	10	20000	-	2Mb/s
6	4	SF2	10/2	20000	11484	5,7Mb/s

Les débits indiqués dans le tableau sont théoriques. Ils ne sont observables que dans les meilleures conditions de transmission.

2-6 MIMO ET HSDPA

WCDMA supporte deux schémas de transmission multi-antennes : une diversité en transmission open-loop et une diversité en transmission closed-loop. La diversité en transmission WCDMA open-loop utilise un codage d'Alamouti modifié ou V-BLAST et peut être utilisé aussi bien pour les canaux dédiés que pour les canaux communs. La diversité en transmission open-loop procure une diversité contre les évanouissements du canal radio. La diversité en transmission WCDMA closed-loop permet un ajustement de l'amplitude et de la phase de la transmission, basé sur les conditions instantanées de canal en DOWNLINK. Ainsi donc, en plus de la diversité, la diversité en transmission WCDMA closed-loop permet d'obtenir des gains de beam-forming.
En HSDPA, des antennes multiples, aussi bien à l'émetteur qu'au récepteur, sont utilisées pour transmettre des flux de données indépendants et spatialement distribués. Cette technologie, dont l'implémentation la plus commune est le MIMO dual-stream ou 2x2 MIMO, permettrait de doubler le débit théorique maximum du HSDPA passant ainsi de 14.4 Mb/s à 28.8 Mb/s. Néanmoins, des réceptions réussies des transmissions dual -stream MIMO requièrent d'excellentes conditions du signal. Ainsi, l'utilisation de MIMO est généralement considérée comme étant bénéfique que pour des petites cellules, et cela dû au fait que les conditions de canal sont rarement favorables à l'emploi de MIMO à l'échelle macro-cellulaire car les distances NodeB – terminal peuvent être conséquentes.
Il faut savoir aussi que de nombreuses recherches sont en cours concernant l'amélioration des STC's ou SPACE TIME CODES (procurant un multiplexage temporel et spatial) qui sont sensés améliorer les performances MIMO. Les STC's les plus connus sont les codes d'Alamouti et V-BLAST, mais qui ne sont pas forcément optimaux (le premier en termes de vitesse de

multiplexage et le deuxième en termes de diversité). La dernière innovation des STC's en date est l'apparition d'un « GOLDEN CODE »**,** qui est supposé combler les défauts des codes d'Alamouti et V-BLAST et ce en terme de vitesse, de diversité, de compromis gain de diversitémultiplexage et de préservation de l'information mutuelle. Ce code serait issu d'une famille de codes optimaux connu sous le nom de « PERFECT CODES ». Le «GOLDEN CODE » est ainsi présenté comme étant le meilleur «PERFECT CODE » pour le Dual-Stream MIMO.

2-7 CONCLUSION

La technologie 3G est totalement différente de la technologie 2G, dans le 3G on utilise une seul et unique fréquence sur tout le territoire libanais contrairement au de 2G qui utilise un bouquet de fréquence. On utilise la technologie WCDMA qui attribue a chaque abonné un code, donc la capacité a été augmenter, nous pouvons faire des appels vidéo, multimédia et interactivité.

CHAPITRE 3

SITE SURVEY

3-1 Introduction

Avant tout, il faut faire une étude géographique pour trouver le site idéal pour l'installation de toute station. Cette étude consiste à faire un site survey et d'après les résultats nous faisons un rapport qui comporte les raisons qui nous ont amenées à choisir le site. (par Exp : meilleur couverture, le moins d'interférence avec les sites voisins).
Le même rapport définit aussi le type de NodeB(par Exp : Outdoor ou Indoor).

3-2 Equipement du site survey

- Boussole
- Appareil de photographie digitale
- Un mètre d'ingénieur
- Jumelle

3-3 Recherche des sites

Puisque nous avons le réseau 2G, nous allons directement sur les sites déjà existants. Mais au cas où nous devons installer des nouveaux sites, pour augmenter la capacité ou améliorer la couverture. Donc, pour faire ce travail, il faut faire une recherche géographique pour trouver le meilleur endroit pour installer le nouveau site. Aussi, il faut définir, quelle type de NodeB nous devons installer (Macro, Micro, Pico).

3-4 Visite des sites

Le but de cette visite consiste à voir in-situ comment et où la station va être monté.

Il y a deux types de visite :

- Au cas où le site existe déjà en 2G, il faut voir si le shelter peut contenir le nouvel NodeB et les équipements de micro-onde. Ensuite il faut vérifier si la puissance électrique

existante peut suffire pour l'ajout d'une nouvelle NodeB, il faut donc voir si nous pouvons augmenter la puissance de l'alimentation électrique ou changer tout le système électrique.
De plus il faut voir si l'ancien site peut recevoir les nouveaux câbles coaxiaux pour les nouvelles antennes 3G ou il faut carrément mettre des nouvelles antennes triBande.

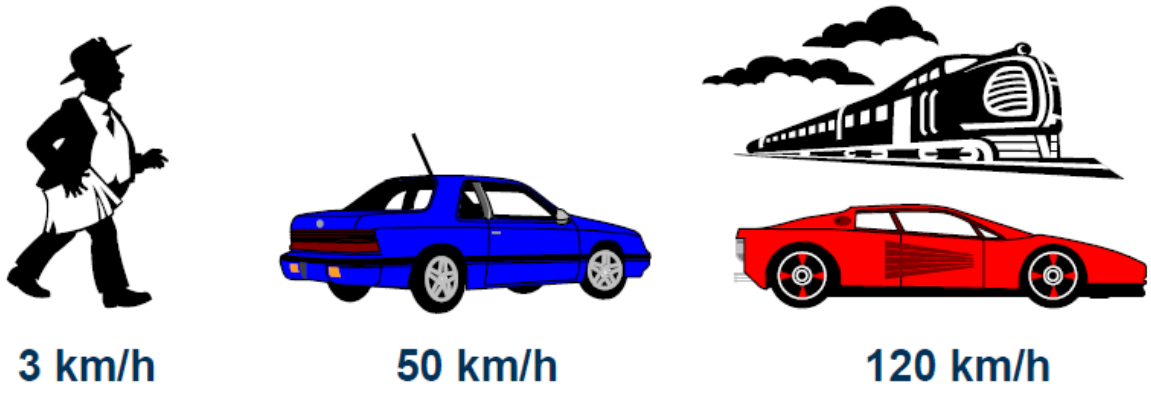
- Au cas où le site est vierge, on utilise la plupart des cas des unités outDoor car les nouveaux équipements sont très performants.
  De plus ils sont très peu encombrants, parce que le NodeB, les équipements micro-onde et les batteries sont dans la même armoire.
  Il faut faire un plan général du site. Sur ce plan on fixe les emplacements de NodeB, micro-onde et les antennes.
  Nous dessinons tout le dispositif du câblage et l'emplacement du système électrique principal et du système auxiliaire électrique.

3-5 Type de canal 3GPP

Le 3GPP précise le nombre de différents types de canaux, pour être utiliser dans la conception du réseau radio.
Cela définit l'environnement et la vitesse du UE. L'environnement peut être : Type Urbain (TU) ou zone Rural (RA) et la vitesse UE peut être 3, 50, ou 120 Km/h.
Ces types sont conçus pour couvrir tous les scenarios présents dans la figure 3-1 ci-dessous.

Figure 3-1 Type de canal 3GPP

Channel model	UE speed
Typical Urban (TU)	3 km/h, 50 km/h
Rural Area (RA)	3 km/h, 50 km/h, 120 km/h



3-6 Définitions des besoins

Les besoin de conception du réseau de radio dépendent de la couverture, de la capacité et des services. Ils sont en plus conçus pour chaque type de zones : zone Urbaine dense, zone Urbaine, banlieues et zone rurale.
Comme nous le voyons dans la Figure 3-2 ci-dessous.

Figure 3-2 table de classifications des zones

DENSE URBAN	Areas within the urban perimeter. This includes densely developed areas where built up features do not appear distinct from each other. The typical street pattern is not parallel. The average building height is below 40 m. The average building density is > 35%.
URBAN	Built up areas with building blocks, where features do appear more distinct from each other in comparison to Dense Urban. The street pattern could be parallel or not. The average building height is below 40 m. The average building density is from 8 % to 35%.
SUBURBAN	Suburban density typically involves laid out street patterns in which streets are visible. Building blocks may be as small as 30 by 30 m, but are typically larger and include vegetation cover. Individual houses are frequently visible. The average building height is below 20 m. The average building density is from 3 % to 8%.
RURAL	Small and scattered built up areas in the outskirts of larger built-up environments. The average building height is below 20 m. The average building density is < 3 %.

En plus des principaux types de zone, les routes doivent être prises en compte par rapport à la densité du trafic. Les routes peuvent être bordées par de la végétation et par des immeubles. Ces routes aussi peuvent être en zone plate ou en zone vallonnée.

Urbaine dense : dans ce cas le volume du trafic est intensif dans le type conventionnel et dans les affaires.

Urbaine : la zone urbaine est caractérisée par un volume de trafic irrégulier. Il y a des zones où il y a un pic de trafic comme les quartier commerciaux et les quartiers d'affaires.

Banlieues : cette zone est caractérisée par un volume moyen et régulier. Cependant dans les banlieues on peut trouver des points de grand trafic (Hot spot) par exemple les zone industrielles. Ce type de trafic dépend de l'activité des affaires et change selon les jour de la semaine.

Rurale : les zones rurales sont caractérisées pour un faible trafic, géographiquement la distribution est irrégulière car la population est dispersé.

Routes : La densité du trafic peut changer considérablement durant la journée et selon les jours de la semaine. De plus, la plupart de ce trafic est sur les véhicules à haute vitesse.

3-7 Plan de cellule nominal

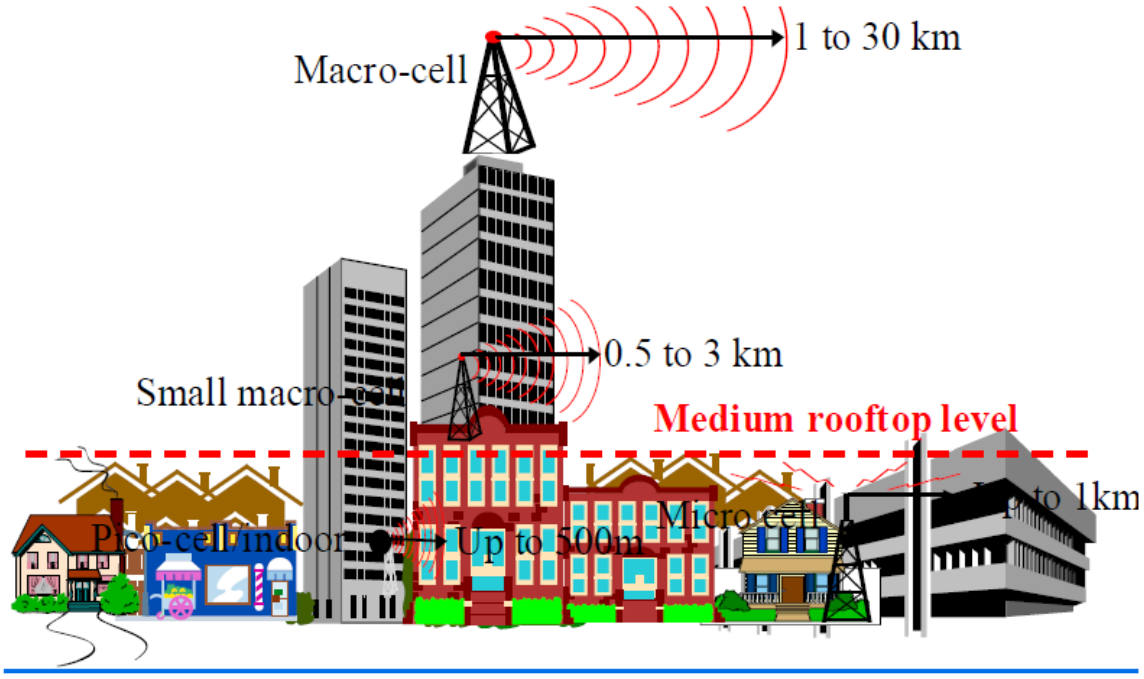
La planification de l'activité de la portée du plan de cellule nominal dépend de la phase de processus de la planification du réseau. En plus dans la phase de conception du réseau radio, nous devons prendre en compte les emplacements et la couverture des parcelles.
Les cellules sont classifiées selon la Coopération Of Scientifique and Technique Research (COST 231) comme elle est représentée dans la Figure 3-3 ci-dessous.

Figure 3-3 COST 231 classification des cellules

Cell type	Typical cell radius	Typical position of base station antenna
Macro-cell (large cell)	**1 km to 30 km**	**Outdoor; mounted above medium rooftop level, heights of all surrounding buildings are below base station antenna height.**
Small macro-cell	**0.5 km to 3 km**	**Outdoor; mounted above medium rooftop level, heights of all surrounding buildings are above base station antenna height.**
Micro cell	**Up to 1 km**	**Outdoor; mounted below medium roof-top level.**
Pico-cell /indoor	**Up to 500 m**	**Indoor or outdoor (mounted below medium roof-top level)**

Ces quatre type de cellules sont illustrées dans la Figure 3-4.

Figure 3-4 COST 231 classification des cellules illustration



De plus nous avons besoin de définir : le type de station, le nombre de stations nécessaire, la radio et la couverture pour chaque site.
Le but est de prévoir les couvertures radio.

3-8 Rédaction du rapport

Une des choses les plus importantes à faire lors de la visite du site est de dresser un rapport de cette visite.
Sur la base de ce rapport, nous allons définir les spécificités et la quantité des équipements à installer. L'équipe qui doit installer les équipements sur le site doit impérativement posséder une copie de ce rapport car il doit mettre en œuvre les détails de ce dernier (par exemple : emplacement de la NodeB, antennes, Microonde, …….) au cas où le site contient déjà un système 2G, il faut le préciser dans le rapport. (Voir l'appendice A).

3-9 Conclusion

Le site survey doit être fait avant toute chose. En se basant sur le rapport technique du site survey, nous dressons des plans de toute l'installation future des équipements. Nous verrons cela dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 4

INSTALLATION DES SITES

4-1 Introduction

Une fois que la livraison des équipements est faite aux sites. Ces équipements sont choisis selon le rapport technique établi lors du site survey.
Nous avons trois types de NodeB : RBS 6102 station de base pour plein air (outdoor), RBS 6201 station de base pour l'intérieur (indoor) et RBS 6601 station de base à distance.

4-2 Définition RBS 6601 station à distance

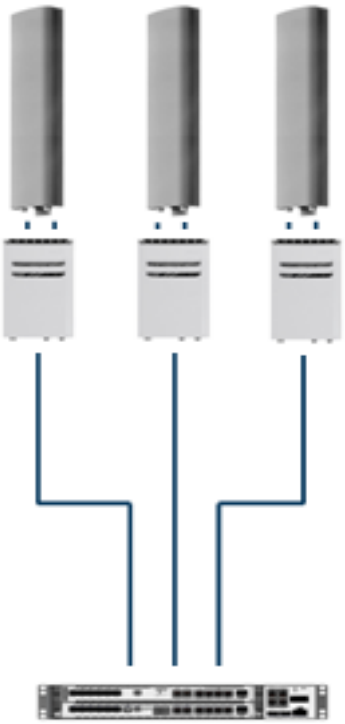
RBS 6601 est conçue pour émettre des ondes radio de haute performance pour une efficacité de la cellule sur une grande distance, en extérieur et intérieur.
La station à distance RBS 6601, possède des RRU, ces RRU sont placés à proximité de chaque antenne. Cette proximité avec l'antenne diminue la perte due au câble coaxiale et permet une meilleure efficacité du réseau avec un minimum de consommations électrique. Ainsi cela permet de minimiser les dépenses de fonctionnement.
Le Main Unit (MU) peut contenir jusqu'à 12 RRU au maximum. Le peut d'encombrement et la légèreté des équipements peuvent être transporté très facilement sur le site.
Ils sont simples à installer. C'est une solution simple et efficace quand l'espace et les accès sont primordiaux.

4-3 RBS 6601 architecture du hardware

La station à distance est désirée en Main Unit (MU) et plusieurs RRU. Les RRU sont connectés au Main Unit (MU) avec de la fibre optique.

Figure 4-1 RBS 6601 Main Unit (MU) et Remonte Radio Unit (RRU)

Figure 4-2 RBS 6601 3-secteur site



4-3-1 RBS 6601 main Unit

La RBS 6601 est conçue pour l'intérieur.

4-3-2 RBS 6601 Indoor Main Unit

Figure 4-3 Indoor Main Unit

La RBS 6601 peut être installé sur une étagère de 19 Inc. Un DUW ou deux DUG/DUL peuvent installer dans un RBS 6601 main Unit (MU).

Quelques caractéristiques de RBS 6601 MU sont :

- Distribution d'énergie de -48VDC pour Unité Digitale.
- Système de climatisations qui inclut un ventilateur et contrôle.

Le Main Unit nous fourni un certain nombre limité de contrôle d'alarme ou elle peut connecter à un Support externe Alarme Unit (SAU).

Figure 4-4 RBS 6601 Main Unit avec DUG/DUL

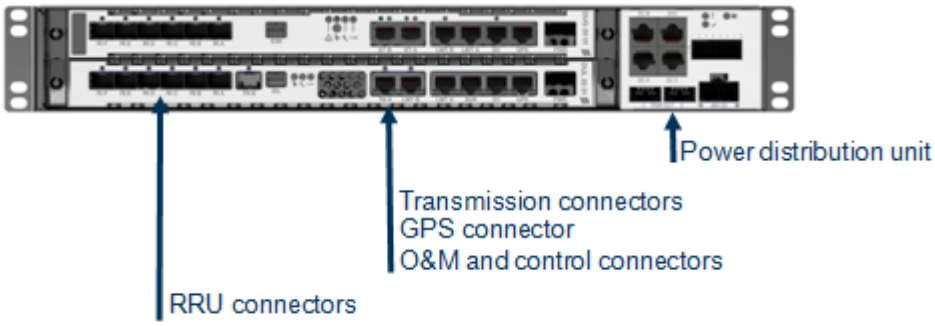
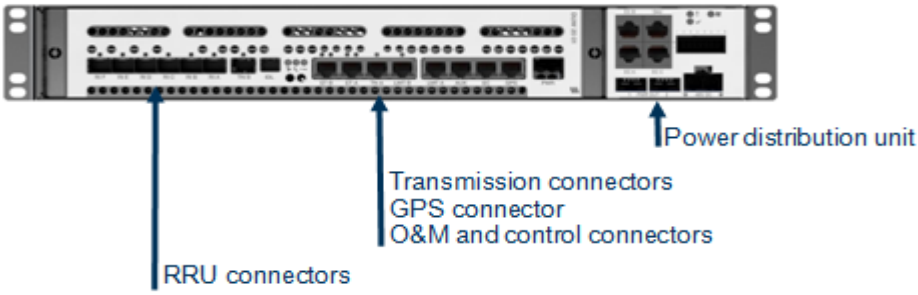


Figure 4-5 RBS 6601 Main Unit avec DUW



4-3-3 Digital Unit du GSM

Le Digital Unit (DU) du GSM, DUG 20 peut contrôler jusqu'à 12 GSM carriers. Si nous avons besoin de plus de 12 TRXs, il nous faut alors installer un deuxième DUG dans le RBS 6601 Main Unit et le synchroniser avec le premier DUG.

Le DUG prend en charge :

- E1/T1 interface de transmission.
- Base de traitement.
- Link Access Procedure on D-channel (LAPD) concentration multiplex age.
- Deux bandes Dual Band par exemple: 3*2 900, 3*2 1800 avec un seul DUG.
- Abis optimisation.
- Multi-drop (cascading).
- Synchroniser le réseau radio, à l'aide d'un récepteur externe de GPS.
- Group émetteur-récepteur (TG) de synchronisation.

4-3-4 Unité digitale pour WCDMA

L'unité digitale du WCDMA (DUW) à trois propriétés :

- DUW 10
- DUW 20
- DUW 30

Cela dépend de la capacité requise. Le DUW contient la bande de base, le contrôle et la commutation. Aussi bien que les interfaces Iub et Mub. Le DUW peut collecter les données à des moments variables, ces données sont la voix (Circuit switched), données (Packet Switched), les données à grande vitesse comme High Speed Packet Access (HSPA).

Les sources de la bande de base sont stockées dans le DUW et le nombre des éléments du canal (Channel Elément, CE). La capacité de données à grande vitesse peut être optimisée pour satisfaire les besoins de l'operateur en fonction du type de client et le nombre de service.

La capacité de la bande de base est collectée indépendamment des secteurs et des fréquences. Deux bandes de base sont réunis en deux DUW. Chaque DUW peut être installé dans un tiroir 19'', 1.5U dans l'unité de base (MU) RBS 6601.
Les deux DUW sont installés dans deux tiroirs différents de 19'', 1.5U dans l'unité de base RBS 6601 main Unit (MU), ces deux unités de base sont configurées pour fonctionner comme un seul nœud RBS.

Le DUW stabilise le signal de l'horloge qui est extrait de la connection du réseau de transport. Ou du GPS optionnel externe et on l'utilise pour synchroniser le RBS.
Le DUW fournit :

- 100/1000 Base-T Ethernet
- On peut installer STM -1 interface réseau de transport
- Quatre IMA avec des connections E1/T1/J1

Le DUW peut être connecté aux RRUW, RRUS

4-3-5 Unité digitale pour LTE

Le DUL contient la bande de base, control, commutateur, de plus il y a l'interface S1 et l'interface du Mub pour le RBS de LTE. Le DUL supporte des trafics mixtes à des moments variables au cours de l'interface de données à haute vitesse LTE.
Les ressources de bande de base sont collectées dans le DUL et la capacité de données à haute vitesse peut être optimisée pour satisfaire les besoins de l'operateur en fonction des types de client et des nombre de services.
La capacité de la bande de base sont collectée indépendamment des secteurs et des fréquences, deux bande de base sont réunis (deux DUL) dans un tiroir de 19'' du MU 6601 avec une hauteur de 1.5U et on la considère comme un nœud de RBS.
Le DUL stabilise le signal de l'horloge qui est extrait de la connections du réseau de transport ou du GPS optionnel externe et on l'utilise pour synchroniser le RBS.
Le DUL fournit :

- La totale connectivite de l'IP
- L'interface Ethernet du réseau de transport en gigabit.

4-4 Unité radio à distance

4-4-1 RRUW, RRUS01 et RRUS11

Figure 4-6 Unité radio à distance (RRUW/RRUS01 et RRUS11)

Les RRUW et le RRUS sont conçus pour être installé à proximité des antennes sur les murs et sur le poteau. Le RRUW peut obtenir le WCDMA. RRUS est un Multi Standard Radio (MSR). Cela veut dire que RRUS peut faire fonctionner le GSM, WCDMA et le LTE sur le même RRU HW. Le standard peut être changé par le chargement de logiciel.
Le RRUS existe en deux modèles diférents. RRUS01 supporte une section TX par RRU et le RRUS11 supporte deux sections TX (MIMO/TX div.) par RRU. Le RRUS est HW est pour faire marcher des configurations en mode mixte, par exemple : faire fonctionner deux normes simultanément.
Ces normes supportent chaque variante de fréquence du RRUS qui dépend des fréquences attribuées par le 3GPP. Il y a un tableau des normes préétablies pour chaque fréquence (voir appendice B).
Pour le GSM et le LTE, on peut connecter 12 RRUS sur un seul MU.
Pour WCDMA, on peut connecter 12 RRUW ou 12 RRUS sur le même MU.
Le RRUW et RRUS à besoin en moyenne en alimentation électrique 60W pour une très large couverture et une haute capacité. Les configurations des deux bandes (Dual Band) supportent aussi une connexion des RRUW ou RRUS pour bande de différente fréquence sur le même MU.
Le RRUW et le RRUS sont sur la plupart des appareils qui fonctionnent sur la radio.

Les pièces principales du RRU sont :

- Emetteur-récepteur (TRX)
- Emetteur (TX) amplification
- Emetteur/Récepteur (TX/RX) duplexage
- TX/RX filtrage
- Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)
- ASC, TMA et RET
- Interface Optique

Touts les connections se trouvent sur le dessous du RRUW et RRUS.
Les TMA et ASC ne sont pas nécessaires normalement quand le RRU est monté à proximité de l'antenne. Pour posséder un maximum de flexibilité sur le site, le RRUW et le RRUS peuvent supporter la RET.

4-5 Liaison interface optique

Les RRUs sont connectés au MU par des câbles de fibre optique. La distance entre le RBS 6601 MU et le RRUW ou RRUS peut atteindre quarante Kilomètre (40 Km).
Les unités peuvent être connectées entre elles par différents moyens en fonction de la configuration du site. Le RBS 6601 peut supporter :

- Connections étoile du RRU, alors que le RRU est connecté au MU.
- RRUW et RRUS supporte des connections en cascade, alors qu'un seul câble de fibre optique est connecté entre le MU et un du RRU. RRU restants seront connecté entre eux. Cette solution réduit la longueur du câble fibre optique et nous permet de l'utiliser dans différentes applications quand les RRUs se trouvent loin du MU.

4-6 Solutions pour le site

4-6-1 Unité d'alarme

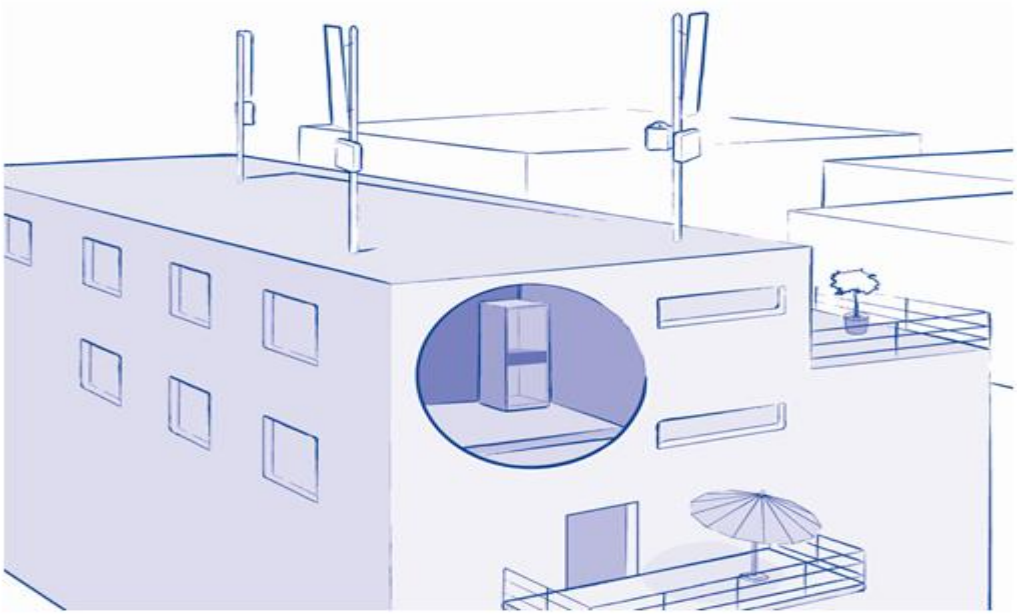
L'unité optionnelle de l'alarme de site (SAU) surveille et contrôle les équipements de l'opération.
Le SAU peut supporter jusqu'à 32 alarmes externes et quatre sorties pour le control.

4-7 Applications pour RBS 6601

Le RBS 6601 nous offre de solution pour les applications dans les bâtiments. Cela convient pour capacité moyenne et grande selon nos besoins. Elle est simple et flexible pour être configurer.

4-7-1 Site interne pour une forte densité urbaine

Figure 4-7 sites internes pour une forte densité urbaine

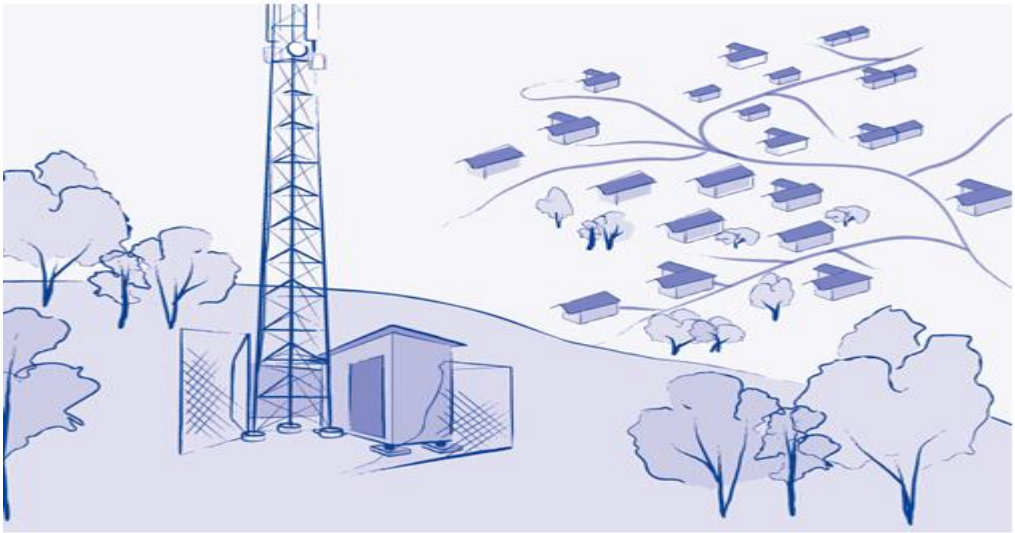


Le RBS 6601 convient parfaitement pour une forte densité urbaine, avec une moyenne et large capacité et à faible consommation énergétique. Les petits sous-unités sont idéales pour les sites d'accès, ou difficile, quand l'installation du site cause un niveau élevé désagréments. Les pièces du RBS 6601 sont faciles à transporter par ascenseurs ou escalier.
Les RRUs sont montés à proximité de l'antenne et le MU peut être glissé dans un tiroir de 19 Inc. ou dans un casier monté sur le mur.

4-7-2 Site de Banlieu avec shelter

Le RBS 6601 est la solution parfaite pour assurer la couverture et la capacité dans les zones de banlieues. Le RBS 6601 fournit une vaste zone de couverture où l'expansion peut être exécutée à un coût acceptable. Les sites radio dans des zones lointaines et avec un accès difficiles aux sources d'énergie peut être résolu avec le site à distance RBS 6601, car elle consomme peut d'énergie et assure une grande efficacité.
Le MU peut être installé dans une étagère de 19 Inc. dans un petit shelter au pied de la tour et chaque RRU est fixé à coté des antennes sur le haut de la tour.

Figure 4-8 site de Baulieu (shelter)



4-7-3 Site de couverture autoroutière

Coût acceptable, couverture, capacité, bas niveau de consommations et travaux d'infrastructures simples font que le RBS 6601 est le choix idéal pour la couverture des autoroutes.
Le RRU peut être fixe à coté des antennes en haut des poteaux avec un impact minimum au niveau des interférences environnants.
Le MU est installé dans un shelter avec une étagère de 19 Inc.

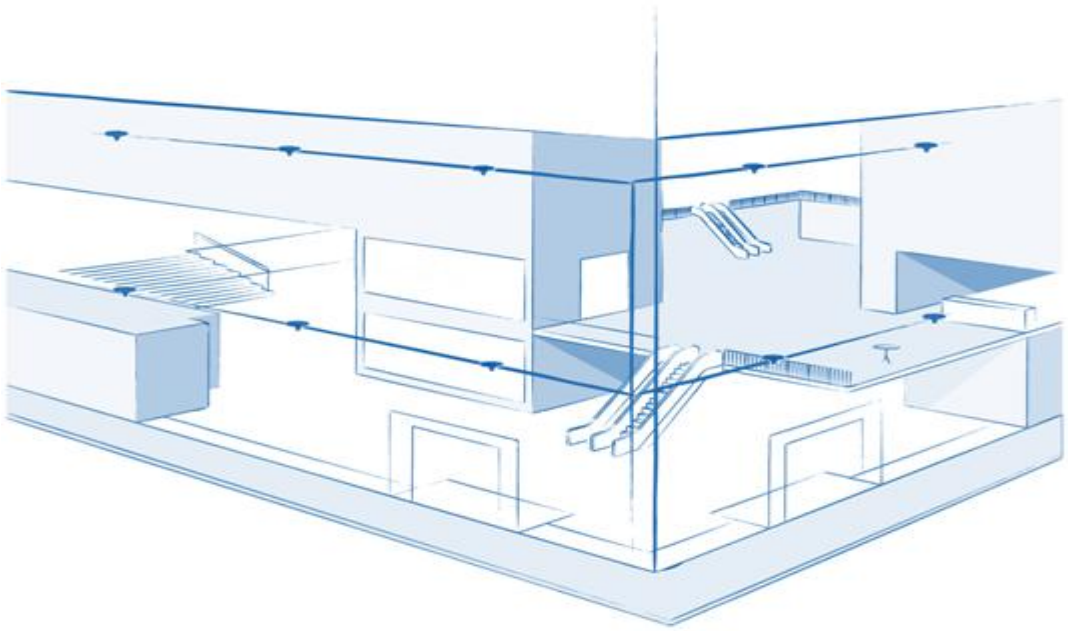
Figure 4-9 site de couverture autoroutière

4-7-4 Couverture en intérieure

On utilise le RRU comme conducteur et peut être connecté sur Système d'Antenne Distribué (DAS).

Le RBS 6601 est la solution parfaite pour obtenir le meilleur résultat pour tout lien couvert.
La Possibilité de distribution des RRU résulte du fait qu'un seul RBS peut couvrir plusieurs immeubles. Cette solution est surtout choisie dans les centres commerciaux.

Figure 4-10 Couverture en intérieur



4-8 RBS 6201 station de base à l'intérieur

Le RBS 6201 est une station principale macro installée en intérieur. Elle a une grande capacité peut être placé dans une seule cabine. Le cabinet comprend deux étagères pour radio et toute la source d'énergie et une étagère pour la transmission.

Les deux étagères de radio du RBS 6201 peuvent être équipé pratiquement avec n'importe quel système par exemple GSM, WCDMA et LTE, qui peuvent être disponible pour touts les fréquences communes.

Une seule étagère peut fournir jusqu'à 3*8 GSM ou 3*4 MIMO WCDMA ou 3*20MHZ MIMO LTE ou une combinaison des standards ci-dessus. Le RBS 6201 est un site multi-standard complet. Il est tellement simple qu'il est facilement monté, géré et réparé.

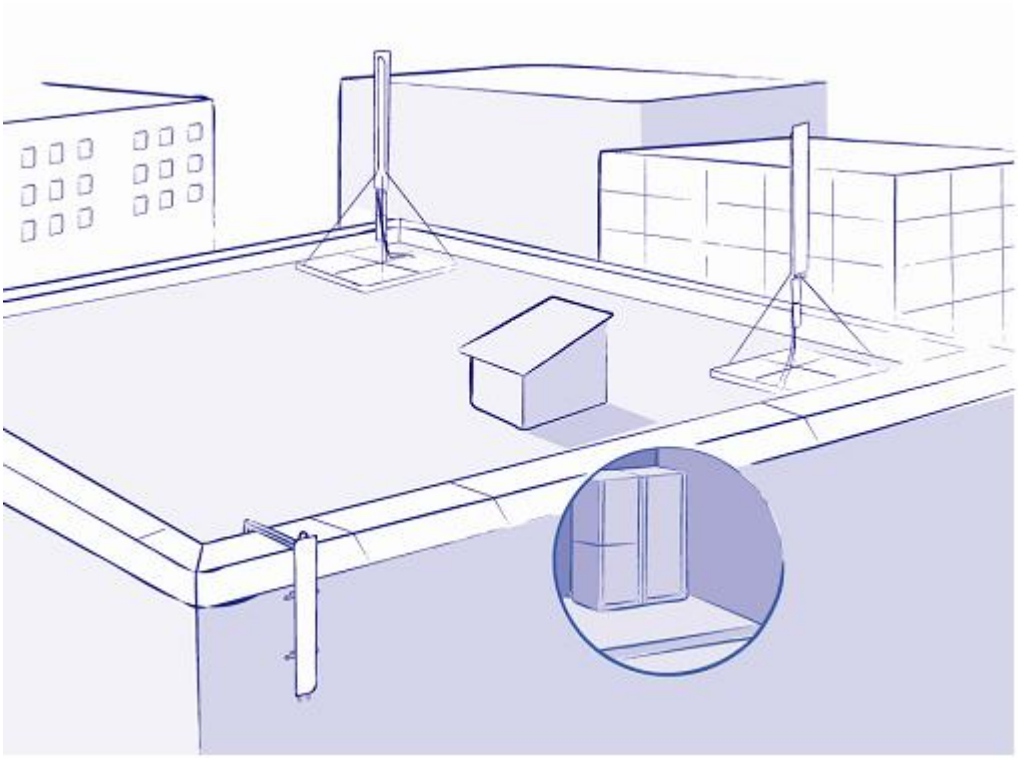
4-8-1 RBS 6201 caractéristiques typique de déploiement

Figure 4-11 Station de base RBS 6201 à l'intérieur

Le RBS 6201 supporte une grande capacité, des applications multi-standard dans un seul footprint, ce site comprend une radio multi-standard de haute capacité, équipement du réseau de transport, et une batterie de secours qui sont installé dans l'espace qui mesure 600 mm par 400 mm.

4-8-2 Site d'intérieur pour zone urbaine

Figure 4-12 Site pour zone urbaine



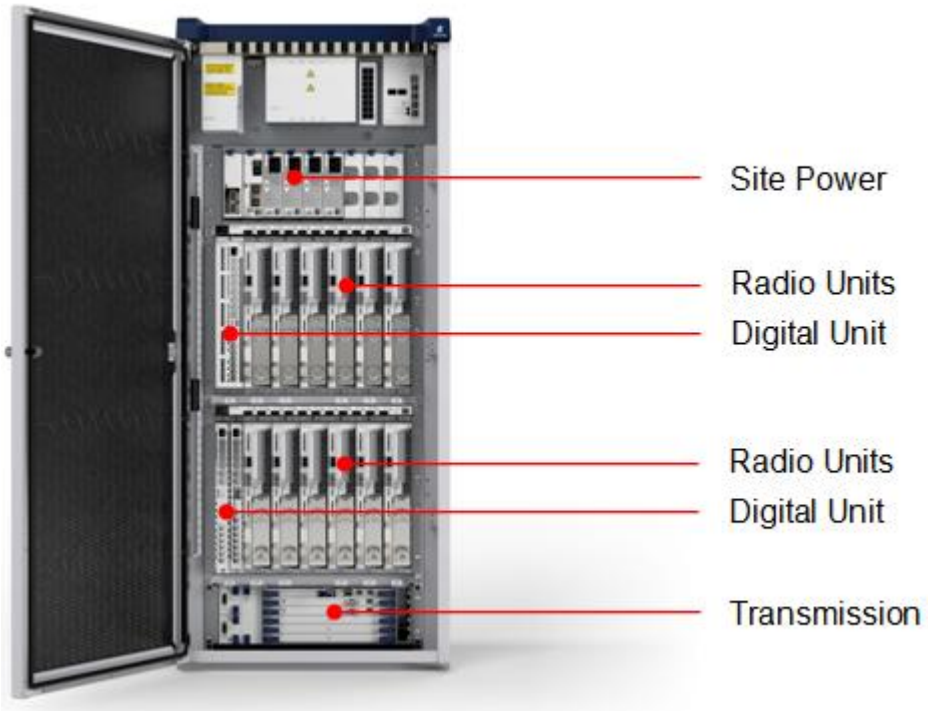
L'installation du RBS 6201 est très simple, au cas où on doit moderniser le site ou accroitre la capacité nous n'avons pas besoin d'agrandir le cabinet. Donc nous n'avons pas besoin de louer un nouvel espace très coûtant. La supériorité de la performance radio de cette unité et sa capacité (RBS 6201) nécessitent un nombre minimum de sites nécessaire d'où des dépenses opérationnelles très basses.

4-9 Architecture du matériel (HW)

L'architecture flexible du matériel permet une variété de déploiements des sites et elle est composée des éléments suivants :

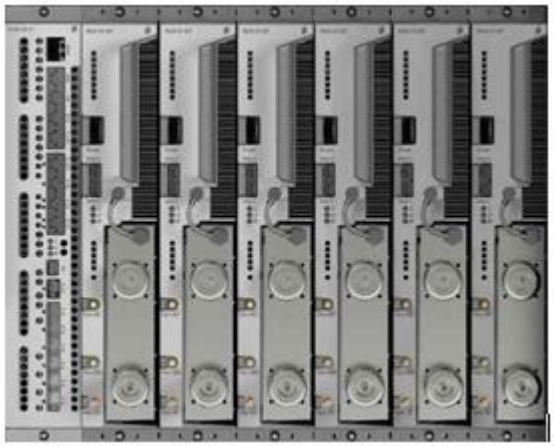
- Etagère radio – association d'unités radio (RU) et unités digitales (DU).
- Etagère source électrique – unité source électrique (PSU) selon les besoin de site.
- Etagère de transport – pour l'équipement du réseau de transport jusqu'à 3U en hauteur.
- Caisse scellée dans l'armoire – climatisation du système.

Figure 4-13 RBS 6201 architecture du matériel



4-9-1 Le RBS 6201 étagère radio pour GSM

Figure 4-14 Etagère radio



Nous avons deux systèmes de GSM, un système bas et moyenne capacité (2TRXs par radio) et un système haut capacité (4TRXs par radio).
La basse et moyenne capacité radio, RUG, se compose de deux GSM TRXs, d'un jumelage hybride, de deux filtres en duplex et deux injecteurs de connexion (BIAS injectors). La radio supporte 2*45 W sans jumelage ou 2*20 W dans les configurations de jumelage. On peut brancher jusqu'à 6 RU dans une étagère radio, donc on peut obtenir jusqu'à 12 TRXs par étagère ou 24 TRXs dans deux étagères.
La basse et moyenne capacité radio supporte aussi une vaste couverture en utilisant Transmitter Coherent Combinning (TCC) qui nous assure une voie descendante, 76W. Pour compenser la voie montante quand on utilise le TCC, on peut le configurer pour recevoir 4-voie RX. Le système à haute capacité radio, RUS, se composent de 4 GSM TRXs et 60W Multi Carrier Power Amplifier (MCPA). Les configurations du GSM radio à haute capacité tel que 3*8 exigent deux antennes par secteur quand on utilise le MCPA. Les statistique de consommation électrique pour le TRXs donnent 4*20W par RUS.

Tous les radios GSM supportent tout le temps le General Packet Radio Services (GPRS) et Enhanced Data Rate pour l'évolution globale (EDGE).

4-9-2 Unité radio pour WCDMA (RUW)

Le RU pour le WCDMA (RUW) est une évolution du concept RU/FU qui a jumelée deux unités séparées qui sont le RU et FU en une seule unité. La radio supporte 60W en sortie de courant, avec une bande passante de 20 MHZ. Chaque unité est capable de traiter quatre porteuses (carriers) par cellule dans les deux sens (downlink et uplink). On peut grouper plusieurs RU pour créer une bande unique ou double bandes avec 1-6 secteurs et 1-4 porteuses (carriers).
Avec deux unités par secteur la radio est préparée pour supporter le MIMO. Elles sont aussi compatible avec les normes 3GPP/AISC, Tower Mounted Amplifier (TMA)/Antenne System

Controller (ASC)/ RET Unité interface (RIU). VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) qui supervise le fonctionnement de l'antenne.

4-9-3 Unité radio pour LTE (RUL)

Le RU pour le LTE (RUL) supporte 60 W en sortie de courant avec une bande passante de 20 MHZ. Plusieurs unités radio peuvent être groupées ensemble dans différents configurations radio de 1-6 secteurs et jusqu'à 20 MHZ pour bande unique ou double.
Avec deux unités par secteur, la radio est conçu pour supporté le MIMO, plusieurs émetteurs et plusieurs 4-way RX. Elles sont aussi compatible avec le 3GPP/AISC, TMA/ASC/RIU.

4-9-4 Radio Multi Standard (RUS)

Le RUS supporte 60W en sortie de courant pour chaque standard avec une bande passante jusqu'à 20 MHZ. Chaque unité est capable de faire fonctionner quatre porteuses dans une seule cellule dans la voie montante et la voie descendante. Nous pouvons jumeler plusieurs RU pour créer une seule bande ou deux bandes avec 1-6 secteurs et 1-4 porteuses. Avec un secteur à deux unités, la radio peut supporter le MIMO, divers émetteur, et divers 4-way RX. Elle supporte aussi 3GPP/AISG-compatible. Tower Mounted Amplifier (TMA)/ Antenne System Controller (ASC)/ RET Interface Unité (RIU). VSWR pour superviser les antennes.

4-9-5 Unité Digitale pour GSM (DUG)

L'unité digitale GSM (DUG) peut Controller jusqu'à 12 porteuses GSM. Si nous avons besoin de plus de 12 TRXs, alors nous ajoutons un DUG additionnel sur l'étagère radio et on le synchronise avec le DUG déjà installés. Le DUG existe en deux variantes, DUG10 supporte le RUG et le DUG20 supporte le RUS et le RRUS. Le DUG supporte une connexion croisée pour chaque laps de temps (Time slot) pour un TRXs donné et elle extrait les informations de synchronisation de la liaison du Pulse Code Modulation (PCM) pour générer la référence du temps pour le RBS.
Le DUG supporte :

- E1/T1 interface de transmission.
- Traitement de la bande de base (DUG20).
- Procédures de la liaison d'accès sur le canal D (LAPD) concentration/multiplexage.
- Bi-bande par exemple 3*2 900 + 3*2 1800 dans un seul DUG.
- Optimisation Abis.
- Multi chute (en cascade).
- Synchronise le réseau radio.
- Synchronise du groupe émetteur-récepteur (TG).

4-9-6 Unité digitale pour WCDMA

L'unité digitale WCDMA (DUW) existe en trois versions, selon la capacité voulue. Le DUW contient la bande de base, le contrôle, le commutateur, comme les interfaces Iub et Mub. Le DUW peut supporter différent trafics à différents temps. Ces trafics consistent à l'échange de voix CS (Circuit Switched data), PS (packet switched data) et des données à grande vitesse comme le High-speed packet data access (HSPA). Les ressources de la bande de base sont collectées dans le DUW, le nombre des éléments du canal (Channel élément, CE) et la capacité de données à grande vitesse peut être optimiser pour satisfaire les exigences de l'operateur pour le type d'utilisateur et le nombre des services. La capacité de la bande de base est collectée indépendamment des secteurs et des fréquences, nous pouvons collecter au maximum deux bandes de base (deux unités DUW) dans la même nœud. La bande de base est compatible avec le standard 3GPP et il est complètement intègre avec le même système des Operateur et Maintenance (O&M). Le logiciel peut être téléchargé à partir de l'interface Operations Support Système pour Radio et Core (OSS-RC), et il est stocker dans une mémoire non-volatile dans le RBS. Le DUW stabilise le signal de l'horloge qui est extrait de la connexion du réseau de transport ou du GPS externe.
Le DUW fournit :

- La connectivité ATM
- Ethernet en gigabit ou (100/1000 base-T Ethernet)
- STM-1 est l'interface du réseau de transport
- 4 IMA capable E1/T1/J1 ports

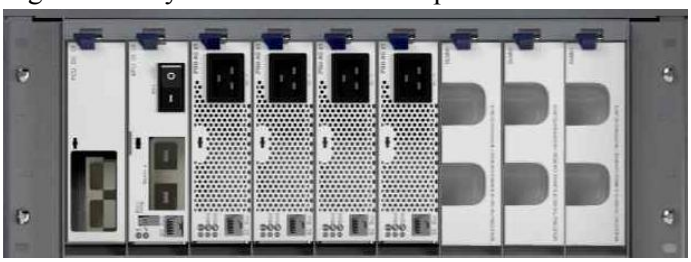
4-9-7 Unité digitale pour LTE

L'unité digitale pour LTE (DUL) existe en une seule version. Le DUT contient la bande de base, le contrôle, le commutateur, comme les interfaces S1 et Mub pour le LTE RBSs. Le DUL supporte différente trafic mélangé à travers l'interface LTE de données à grande vitesse. La capacité de la bande de base est collectée indépendamment des secteurs et des fréquences, nous pouvons jumeler jusqu'à deux bandes de base (deux unité DUL) dans un seul nœud. La bande de base est conforme avec les standards 3GPP et elle est complètement intégrée avec le même système O&M. le logiciel peut être téléchargé à partir du OSS-RC, soit sur place ou à travers un accès Gateway, il est stocké dans une mémoire non volatile dans le RBS. Le DUL stabilise le signal de l'horloge qui est extrait de la connexion du réseau de transport ou de l'équipement externe du GPS qui est utilisé pour synchroniser le RBS.
Le DUL fournit :

- La connexion est totalement en IP
- L'interface du réseau de transport en Ethernet gigabit

4-10 Système d'alimentations pour RBS

Figure 4-15 Système d'alimentation pour le RBS



Le système d'alimentations pour le RBS est une solution fiable pour fournir le courant électrique pour le RBS, ainsi qu'à d'autres équipements dans le site. Le système utilise Power distribution Unit (PDU) en haute densité, sous contrôle d'un disjoncteur. Un logiciel d'algorithmes peut couper l'alimentation des unités AC et DC. Peut aussi couper temporairement des équipements nous utilises pour économiser l'énergie et augmenter la capacité des batteries. Le système d'alimentations du RBS peut utiliser le courant AC et DC. Le système peut Controller les unités sélectionnées selon nos besoin. Le redresseur (rectifier) PSU AC permet une grande variation de voltage qui supprime notre besoin pour un stabilisateur de voltage externe. Le RBS peut fonctionner directement en -48V DC ou en DC/DC avec le redresseur (rectifier) PSU DC en -24V DC ou -60V DC. Pour améliorer l'efficacité de l'alimentation :

- Nouveau système d'alimentation pour le RBS.
- Un ou plusieurs PSU pour un système intelligent d'attente.
- Unités d'arrêts sélectives.

4-10-1 Sauvegarde de la batterie

Les solutions suivantes de la sauvegarde de la batterie sont disponibles pour le RBS 6201.

- BBU 6201

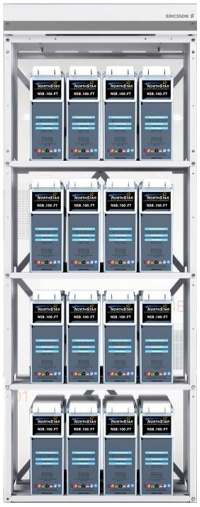
Figure 4-16 BBU 6201

Dans le cas où nous avons besoins de sauvegarder modérament la batterie, nous pouvons installer une unité de petite batterie pour la sauvegarde dans le bas du RBS. Donc ce site comporte un équipement de réseau de transport, alimentation et sauvegarde que nous pouvons Controller sur une seule armoire RBS. Champ de la capacité du système de batterie est de 48/40Ah jusqu'à 48/190 Ah.

Le BBU fonctionne comme un cadre essentielle du RBS et il nécessite peu de travail et il est facile à connecter sur le RBS.

- BBS 6201

Figure 4-17 BBS 6201



Au cas où nous avons besoin d'une grande capacité de sauvegarde, nous installons de préférence une grande armoire de batterie de la taille du RBS.
Le RBS6201 peut supporter jusqu'à 680 Ah (-48V) dans une seule cabine. 680 Ah nous donnes jusqu'à 18 heures d'énergie au cas d'une coupure de secteur. Plusieurs cabines de RBS peuvent partager un seul BBS.

4-11 System de climatisation

Le principe de base est que chaque unité à besoin de refroidissement. L'unité demande l'aide du support control unit (SCU). L'avantage de cela est que le ventilateur de refroidissement fonctionne toujours de manière optimale selon la température ambiante. Le RBS consomme un minimum d'énergie et produit peu de bruit.

4-11-1 Support Control Unit (SCU)

Le SCU a les fonctions suivantes :

- Contrôle la vitesse du ventilateur et ses conditions.
- Interface de détecteur de fumée, alarmes externes, lampe du cabinet, témoin d'ouverture.
- Témoin du début de refroidissement.
- Mémoire du cabinet.
- Prise EC-bus pour les connections externe.

Le SCU communique à travers l'EC-bus.

4-12 Unité système de site RBS

4-12-1 Système d'antenne et TMA

Le RBS 6201 supporte du système d'antenne moderne pour améliorer la liaison radio. D'habitude nous avons plusieurs antennes pour satisfaire les liaisons de sectorisation, diverses branches, et de bande de fréquences variées. Des antennes réglables par exemple, nous utilisons le RET pour régler le faisceau vertical de la direction de l'antenne. Les TMAs sont utilisés pour réduire les pertes des câbles coaxiaux (feeder) en voix montante et aussi il améliore la sensitivité du récepteur pour le RBS 6201.

4-12-1-1 protocole de communication 3GPP/AISG 2.0

Le RBS 6201 supporte le protocole 3GPP/AISG 2.0 qui contrôle les câbles de périphériques de l'antenne, comme :

- Unités RET
- RIUs
- TMAs

L'unité RET est un périphérique pour optimiser la performance du réseau radio, il nous permet de télécommander l'angle d'inclinaison (tilt) vertical du champ de l'antenne. L'operateur peut contrôler l'inclinaison via l'OSS-RC.
RIU, est une Bias-T améliorée monté sur le câble coaxial proche de l'antenne, qui distribue la puissance électrique et contrôle les commandes des unités RET fixées sur l'antenne.
Le TMAs est utilisé quand les operateurs veulent faire deux chose comme, amplification UL et le contrôle RET.
L'RIU est intégré au TMAs et elle contrôle toutes les fonctions du protocole 3GPP/AISG 2.0.

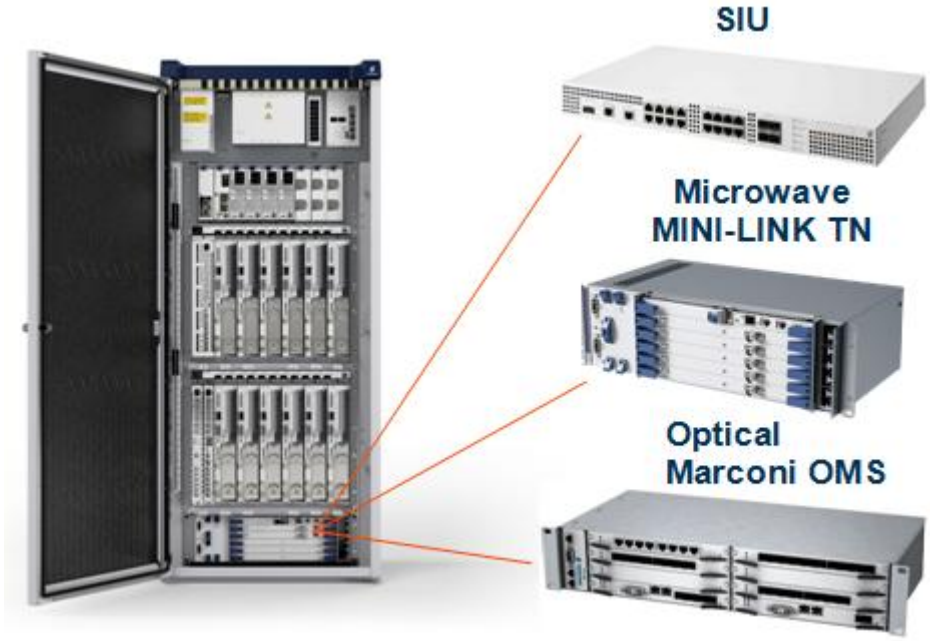
4-12-2 Unité supporte alarme

Le site de l'unité d'alarme optionnel (SAU) surveille et contrôle les équipements des operateurs. Le SAU peut gérer jusqu'à trente deux alarmes externes et quatre ports sortie de contrôle.

4-13 Fonctionnalité du réseau de transport

Le RBS 6201 est totalement intégré pour tout type de réseau media de transport (Microonde, Fibre optique ou cuivre), en combinaison de technologie variées (IP/Ethernet, ATM, PDH/SDH, Next gen SDH, xDSL etc.….), plan de tour de veille, méthodes d'agrégations et autres fonctionnalité selon le choix des solutions de l'operateur.

Figure 4-18 le réseau de transport dans le RBS 6201



La solution du backhaul mobile de l'operateur est unique et dépends des besoins des operateurs et des conditions du marché. Le RBS 6201 est fournit avec plus d'espace pour être équiper avec une large variété de solutions de transport alternatives, par exemple le site de l'unité intégré (SIU) et MINI-LINK et Marconi OMS. Ces produits font partie des solutions Ericsson IP RAN.

Le routeur du site mobilier SIU est une pièce 1U hauteur 19inch.

L'unité du site d'intégration (SIU) est la porte (Gateway) qui combine et optimise tous les trafics du site pour une utilisation maximale des ressources backhaul, en plus le SIU supporte la connexion de l'Ethernet moderne pour la surveillance, alarme et d'autres équipements de site sans avoir besoin d'autres branchements.

La connexion vers le réseau backhaul supporte l'Ethernet IP et réseau PDH les exemples des applications du SIU sont :

- Abis connectivité locale
  Tous les appels voix local du trafic GSM est commuté (switched) dans le SIU.

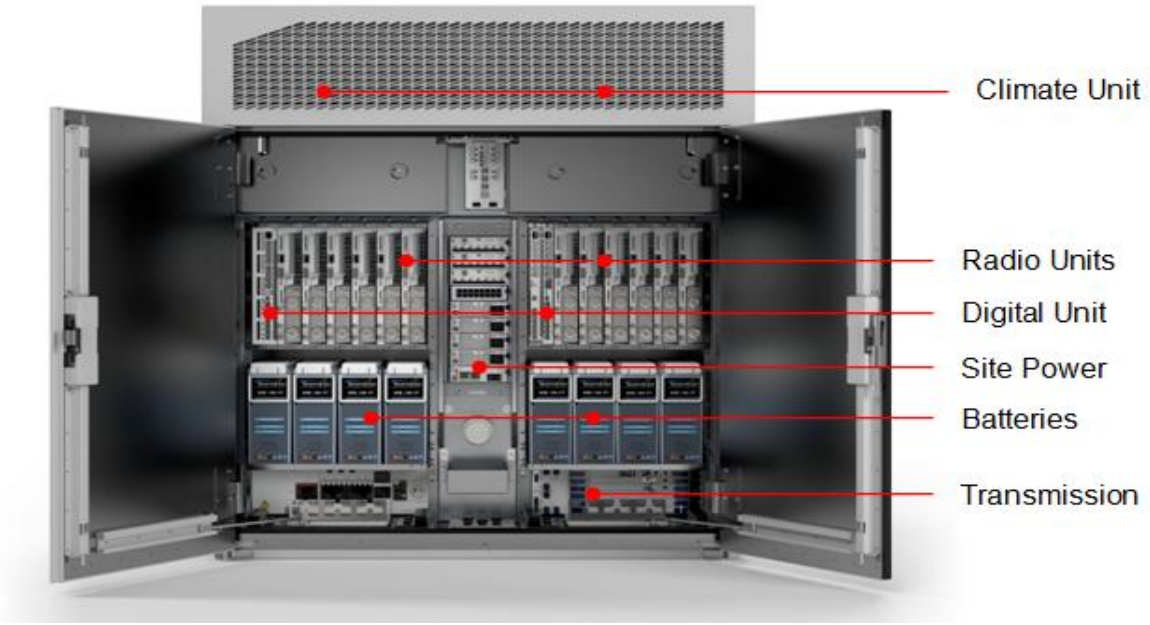
- Partage de transport
  Tous les RBSs (GSM, WCDMA et LTE) se partagent dynamiquement la bande passante disponible du backhaul, cela permet l'operateur de lancer le service de HSPA avec une capacité minimum du backhaul.
- IP vers E1/T 1
  Cela permet de déployer le WCDMA Iub IP et LTE n'importe où dans le réseau, même quand les services Ethernet ne sont pas disponible. Les services sont combinés avec les transports partagés cela nous donne une voix efficace pour lancer le HSPA et LTE partout.
- Porte de sécurité (Gateway)
  Elle protège tout le trafic du site avec l'IPSEC. Elle permet aussi un trafic efficace dans un tunnel vers le réseau des fournisseurs de services.
- Routeur du site cellule (cell site router)
  Le routage et la capacité du service (QoS) permet le trafic vers le réseau du backhaul.

MINI-LINK TN est une offre complète avec l'unité indoor (intérieur) pour supporter tous les besoins pour configurer le site à partir d'un petit Edge-modes vers un nœud (node) beaucoup plus complexe.
Cette solution est flexible pour fonctionner avec n'importe quel protocole (Ethernet ATM, SDH et PDH) et sont intégrés avec un mécanisme de protection très performant.

La famille OMS Marconi permet à l'operateur de construire une infrastructure robuste de transport grâce aux fibres optique l'OMS 800 et OMS 1400 peuvent intégrer dans le 6201 et 6102.

4-14 RBS 6102 station de base à l'extérieure

Figure 4-19 RBS 6102 station de base à l'extérieure



Le RBS 6102 est exactement comme le RBS 6201, même capacité, même unité radio, même unité digitale, même réseau de transport et même configurations. La différence fondamentale du RBS 6102 est conçu pour être installé à l'extérieure.
Le RBS 6102 est idéal dans le cas où nous manquons de places dans les sites.

4-15 Conclusion

Après l'installation et l'intégration du réseau 3G et test d'acceptante effectué, nous aurons fait une grande partie du travail. Le prochain étage est de faire les drives test pour évaluer notre travail.

CHAPITRE 5

DRIVE TEST

5-1 Introduction

Une fois l'installation de toutes les stations terminées (NodeB) et l'intégration dans le réseau existant finie et l'acceptance test est faite. Après toutes ces étapes effectuées je peux commencer à faire le Drive test.
Le Drive test est divisé en deux parties : -SSV (single Site Verification) drive Test
-Cluster Drive Test
Le Drive Test me permet de vérifier le bon fonctionnement du réseau et il identifie et résoud les problèmes, il sert aussi à montrer aux opérateurs les points faibles du réseau. Tout changement ou développement du réseau nécessite aussi un Drive Test.

5-2 SSV Drive Test

5-2-1 Définition du SSV Drive Test

Comme son nom l'indique, le SSV (Single Site Verification) sert à tester chaque site séparément. Le but de ce contrôle est de nous montrer que la station fonctionne normalement, vérifie la couverture des stations, me montre si le Scrambling Code (SC) de chaque cellule est correct, vérifie si le softer HandOver fonctionne bien et s'il y a une inversion (swap) dans les câbles coaxiaux.

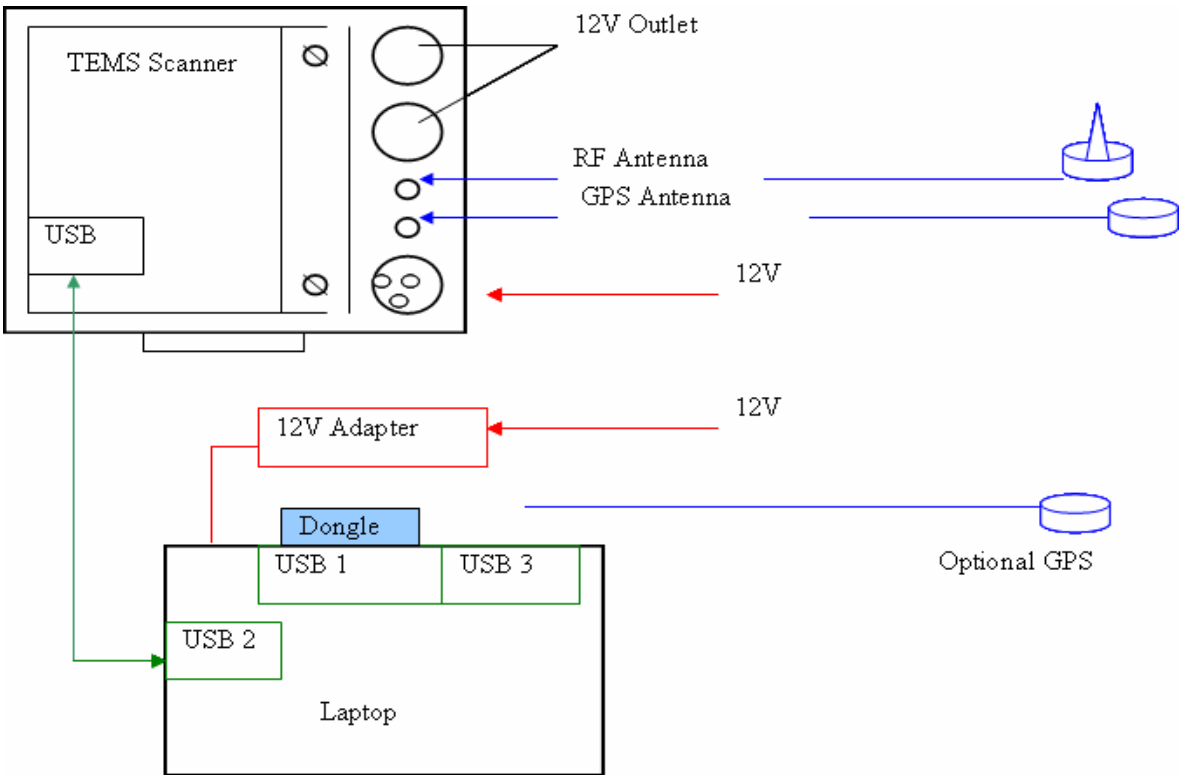
5-2-2 Les équipements du SSV Drive Test

Il faut réunir tout le matériel et les logiciels nécessaires pour mener a bien le drive Test :

- Véhicule adapté à la mission (comporte un équipement spécial pour alimenter en électricité tout le matériel nécessaire pour effectuer le travail de l'ingénieur.
- Les équipements nécessaires pour cette mission sont :

- GPS pour indiquer la route à prendre.
- Deux appareils de téléphone portable avec deux USIM (Universal subscriber Identity Module) (UE) qui accepte le GSM (Global System for Mobile Communications) (2G) et HSPA+(High Speed Packet Access +) (3G).
- Un Scanner avec une antenne RF (Radio Frequency) pour collecter les informations.
- Un ordinateur portable équipé d'un logiciel adéquat, qui sert à sauvegarder les informations collectées.
- Une Licence qui permet de faire fonctionner le logiciel à chaque utilisation est installé sur une clé USB, sans cette clé pas de travail possible.
- Un Dongle qui utilise l'USIM qui permet le PS (Packet switch).
- Un Hub qui permet de brancher tout le matériel cités avant a l'ordinateur portable.

Figure5-1 Equipement du SSV Drive Test

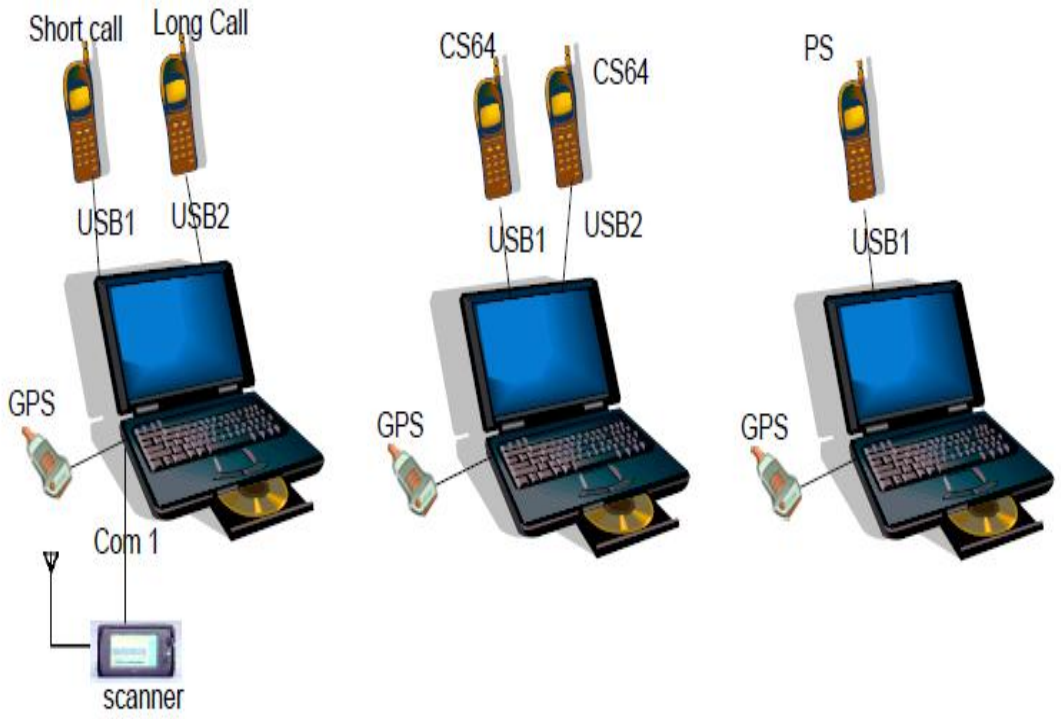


5-2-3 Préparation du SSV Drive Test

on a établi une liste des sites à tester, on prévient les techniciens pour qu'ils soient présent dans les stations lors du test pour qu'ils interviennent au cas si nous détections une anomalie (le plus souvent le swapp).
Une fois arrivée sur le site on met en route l'ordinateur et tout le matériel branché a l'ordinateur, nous utilisons le logiciel (Genex Probe), nous configurons tous les périphériques pour qu'on puisse les utiliser.
La première étape on appuie sur l'icône CONF., une fenêtre apparait, on choisie la configuration des périphériques (Device Config.).

Une fois que je sélectionne un périphérique je l'ajoute (Add), (GPS, MS1, MS2, MS3, Scanner), pour vérifier que la connectivité est effective, il faut que tous les témoins des périphériques soient au vert.
Pour que les stations sélectionné soit visible sur l'écran je dois les ajouter a partir d'un fichier Excel (préparer a l'avance) qui se trouve sur le bureau (DeskTop).
Une fois que ce travail effectueé toutes les stations à tester apparaissent sur la carte du Liban devant moi sur l'écran.

Figure5-2 Les équipements du SSV Drive Test



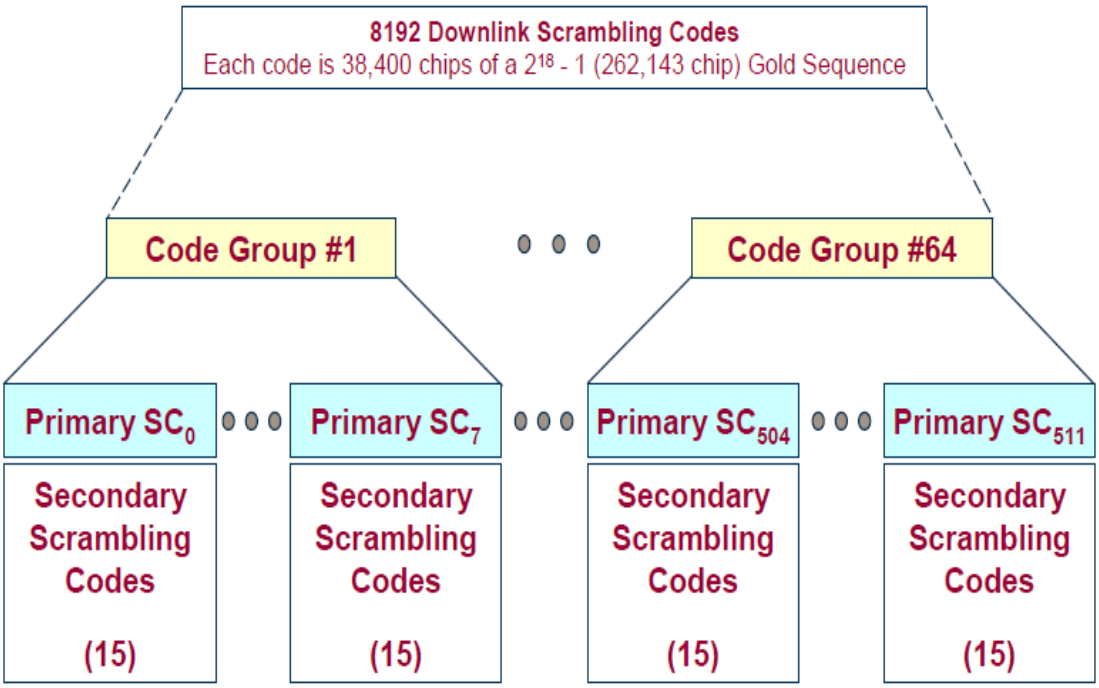
Je procède aussi à la configuration du scanner car le scanner a pour fonction de collecter les informations via le script (logiciel) pour les appels de longue durée.
Le scanner est paramétré pour collecter les informations toutes les 0,5s, (Measurment Duration 0,5s), l'intervalle de la collecte de l'information est défini par moi-même.

Les deux fonctions principales sont les :

- CPICH RSCP
- CPICH Ec/No

RSCP average (Received Signal Code Power), la puissance du signal reçu du code (RSCP) est la puissance reçue du canal CPICH, la cellule de dessert RSCP est égale à la valeur de Ec, qui est un indicateur de couverture pur dans un réseau de déchargement.
Ec/No (Ec chip energy (j/chip), No Noise density (w/Hz)), l'Ec/No reçu du réseau est d'un très grand intérêt, cette mesure reçu donne une idée très précise de la quantité du déchargement possible. De plus Ec/No permet de déterminer l'interférence excessive des canaux communs. Elle est utilisée pour la détection des pilotes et l'évaluation des canaux.
SIR averege (Signal to Interference Ratio « measurements done on the DPCCH).
SIR = (RSCP/ISCP) * SF/2 (DL) (3GPP).
SIR = (RSCP/ISCP) * SF (UL) (3GPP).
Le SIR que je reçois du Scrambling Code est en dB.

Carrier frequency 2122,60
Group number start 0 Group number end 63
Cell number start0 Cell number end 7
Dans le flux descendant la valeur maximale des Scrambling Codes est 38400 chips c'est-à-dire 2_{18}-1, mais tous ces codes ne seront pas utilisé.
Le Scrambling Code primaire est divisé en 512 parties du Scrambling Code primaire et 15 Scrambling Codes secondaires, donc le total des codes utilisé est 8192, chaque secteur à un seul et unique Scrambling Code primaire.
Figure5-3 Downlink Scrambling Code

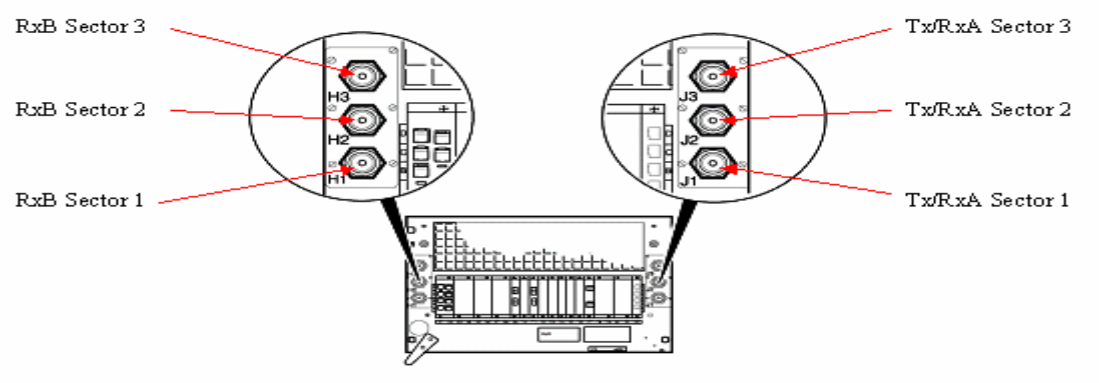


5-2-4 Collecte des informations lors du SSV Drive test

5-2-4-1 Swapped Feeders (câbles tronqués)

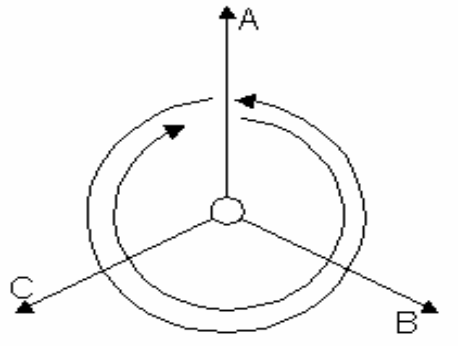
Chaque cellule possède deux feeders, Tx/Rx et un câble Rx pour chaque antenne.

Figure 5-4 Le câble de connections sur le haut du cabinet (NodeB)



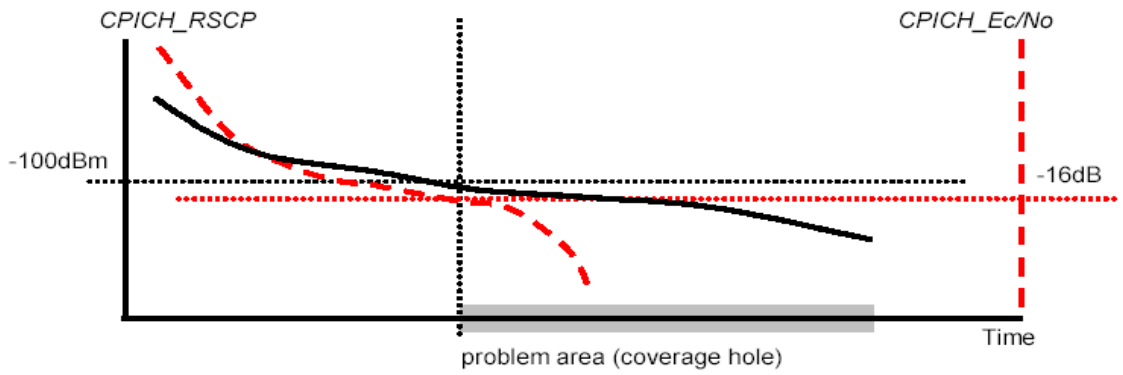
Afin de trouver le tronquage des câbles (Swapped feeders). On doit effectuer un test en voiture autour du site cela pour s'assurer que chaque SC est correcte dans la bonne cellule.

Figure 5-5 le parcours en voiture doit être effectué dans les deux sens



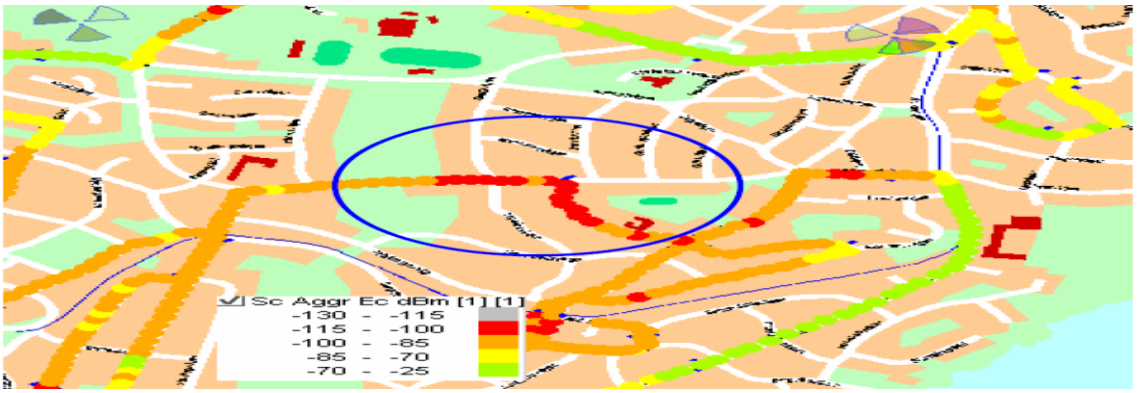
5-2-4-2 Coverage Holes (Faiblesse de la couverture)

Figure 5-6 nous montre comment la faiblesse de couverture apparait grâce à la faiblesse de la puissance du CPICH



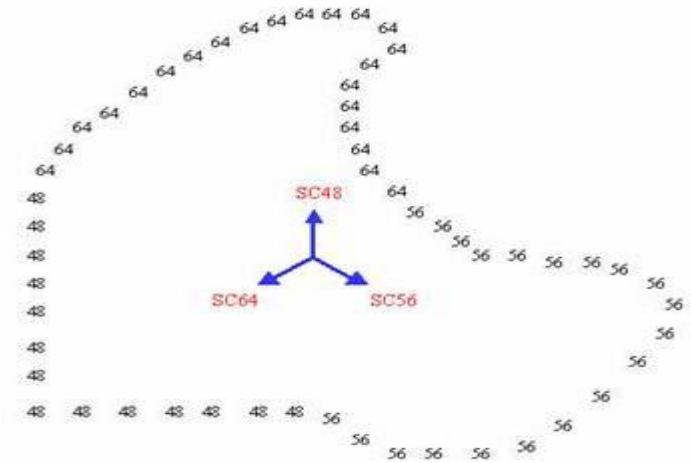
Pour résoudre ce problème, il faut soit ajouter un site dans la zone. D'autres solutions qui consistent à faire des réglages d'inclinaison de l'antenne(Tilt) ou augmenter la puissance du CPICH. Par exemple on voit la faiblesse de couverture dans la figure5-7.

Figure 5-7 Exemple de l'analyse en voiture d'une Coverage Holes



S'il y a des divergences entre le SC planifié et la transmission effectuer du SC, cela peut être un tronquage des câbles des cellules dans le même site. Les câbles de la cellule A peut être connecté à la cellule B. le problème d'échange entre le câble Tx/Rx et le câble Rx sur la même cellule peut également se produire mais il est très difficile de le déceler lors du drive test.

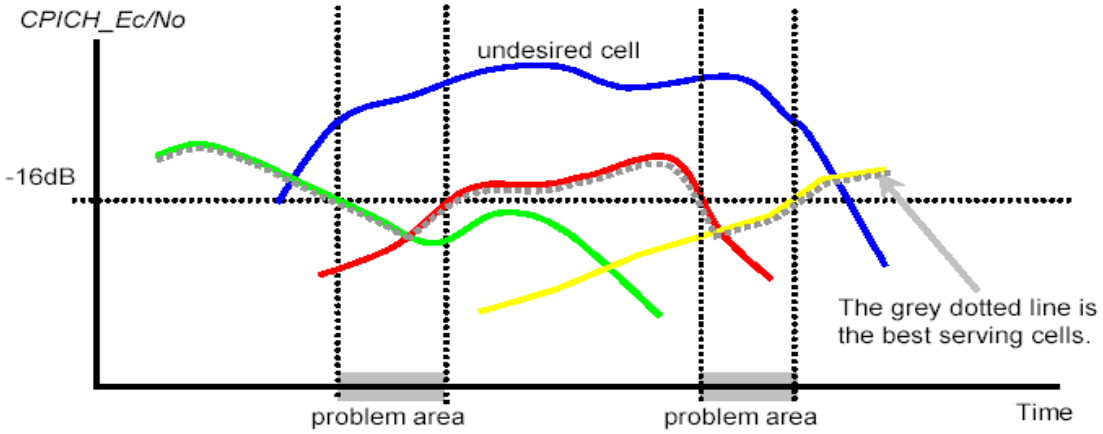
Figure 5-8 l'échange de câble entre les cellules apparait dans la figure ci-dessous, comme SC 48 et SC 64



5-3-4-3 Overshooting Cell

Overshooting est quand on est connecté au meilleur serveur dans une région au delà de la zone de couverture prétendu. Pour identifier les zones où apparaissent les overshooting, on doit dresser des cartes thématiques où le SC est représenté par une couleur. Dans ce cas, il y a une cellule indésirable avec un signal de qualité élevée qu'on trouve dans la zone problématique.

Figure 5-9 Overchooting problème



La solution la plus simple pour ce problème est d'ajouter la cellule indésirable à la liste de la Neighboring cell. Cela veut dire que la cellule brouilleuse va devenir un lien radio utile. L'inconvénient de cette solution est de générer plus de HandOver inutiles. Autre solution consiste à changer la configuration de l'antenne de la cellule qui cause le Overchooting, par exemple incliner (TILT) l'antenne, changer la direction de l'antenne (Azimut) ou baisser la hauteur de l'antenne. Une troisième solution existe, elle consiste à diminuer la puissance du CPICH de la cellule incriminée.

Figure 5-10 Exemple de Overchooting cell pour le SC 210

5-3 clusters Drive Test

5-3-1 Définition du Cluster Drive Test

Quant on finit le SSV Drive Test, on commence le Cluster Drive Test.
En effectuant le Cluster Drive Test, il est nécessaire de diviser le réseau radio en plusieurs clusters. Les clusters ont une limite de taille. Le cluster comporte un nombre limité de site. Pour des raisons pratiques et pour faciliter le travail.

5-3-2 Les équipements du Cluster Drive Test

Les mêmes équipements que le SSV Drive Test.

- Véhicule adapté à la mission (comporte un équipement spécial pour alimenter en électricité tout le matériel nécessaire pour effectuer le travail de l'ingénieur.
- Les équipements nécessaires pour cette mission sont :
- GPS pour indiquer la route à prendre.
- Deux appareils téléphone portable avec deux USIM (Universal subscriber Identity Module) (UE) qui accepte le GSM (Global System for Mobile Communications) (2G) et HSPA+ (High Speed Packet Access +) (3G).
- Un Scanner avec une antenne RF (Radio Frequency) pour collecter les informations.
- Un ordinateur portable équipé d'un logiciel adéquat, qui sert à sauvegarder les informations collectées.
- Une Licence qui permet de faire fonctionner le logiciel à chaque utilisation est installé sur une clé USB, sans cette clé pas de travail possible.
- Un Dongle qui utilise l'USIM qui permet le PS (Packet switch).
- Un Hub qui permet de brancher tous les matériels cités avant a l'ordinateur portable.

5-3-3 Préparation du Cluster Drive Test

Comme nous avons déjà dis ci-joint le réseau doit être divisé en plusieurs clusters. Les critères qui suivent doivent prendre en considération la préparation et la planification du parcours du Drive Test.

- le Cluster doit comporter au maximum entre 10 et 15 sites, le Cluster doit être effectué dans un seul RNC et au moins un seul concentrateur de transmission (HUB).
- On doit sélectionner les sites et les répartir dans chaque Cluster.
- Il faut que le parcours en voiture lors du Cluster drive Test passe dans toutes les cellules et les régions importantes et cela dans le Cluster.
- Le parcours doit être répéter au minimum. Il ne faut pas que les routes se chevauchent.
- Le parcours doit être fait dans un environnement similaire, la fonction de la couverture du réseau, ex : zone urbaine, banlieue, zone rurale.
- Les routes doivent être planifiées en fonction soft/softer handOver (itinérance), pour obtenir des zones représentatives et importantes.
- Les routes doivent être aussi choisies en fonction de zone importante pour la couverture « outdoor ».

- Il faut identifier l'appartenance de chaque cluster à chaque RNC.

5-3-4 Collecte des informations lors du Cluster Drive Test

5-3-4-1 TEMS Investigation

Figure5-11 Pilot scanning plus les mesures de l'appel vocal

La différence essentielle entre le GSM et le WCDMA est que le GSM rencontre beaucoup d'interférences entre les cellules car il utilise en les répétant les mêmes cellules émettent sur la même fréquence.
Tous ces signaux émis par les canaux ne sont pas inclus dans Active Set(AS) et ils causent les interférences.
La plupart des interférences viennent habituellement des cellules voisines (Neighboring cell) qui ne sont pas dans l'Active Set.

5-3-4-2 Collecte de données/Drive Testing

La priorité pour commencer le Drive Test concernant les Clusters :

- Toutes les cellules dans le Cluster et avoisinant le Cluster doivent être opérationnelles et prêtes à la connexion.
- Pas d'autres activités planifiées dans le Cluster pendant le test.
- Pas d'autre activités planifié du côté du réseau cœur pendant le Drive Test.

Pendant la phase du Drive Test, TEMS Investigation permet d'optimiser les mesures du scanner comme les mesures de l'appel vocal.
Les mesures du scanner sont utilisées pour évaluer la couverture du CPICH et la qualité de l'environnement radio, d'autre part les mesures du UE donne une première impression de la performance du système.

5-3-4-3 Les mesures du scanner

Les mesures obtenues par le scanner durant la phase du Drive Test sont utilisées pour évaluer :

- SCH offset problème.
- Vérification du plan des codes.
- Vérification de la couverture, exp : des paramètres CPICH raisonnable et direction correcte de l'antenne.
- Problèmes d'interférence, exp : chevauchement des cellules et la pollution du pilot (Pilot Pollution).
- Les zones d'itinérance peuvent être utilisées pour détecter les voisins absents (missing neighbors).

Les mesures principales du scanner sont :

- CPICH RSCP

Et

- CPICH Ec/No

RSCP (Received Signal Code Power) est la puissance reçu du canal CPICH.
La cellule sélectionnée (Serving Cell) RSCP est égale à la valeur d'Ec, qui est l'indicateur de la couverture pure dans le réseau non embouteillé (unloaded).
La distribution du Ec/No est très important pour les caractéristiques dans le réseau, elle montre combien il est possible de charger le réseau et elle indique l'interférence excessive des canaux communs.
De plus Ec/No est utilisé pour les détections du pilot et l'estimation du canal.

5-3-4-4 Analyses

Lors de l'analyse d'appels CS (Circuit Switch), il est nécessaire de commencer par le premier problème que rencontrent l'UE (User Equipement), à savoir l'accessibilité. Si le UE n'arrive pas à se connecter au système, le UE ne peut pas conserver une certaine qualité de l'appel.
L'analyse de régions suivantes pour une courte période :

- Accessibility
- Retainability
- Integrity

➢ Accessibility

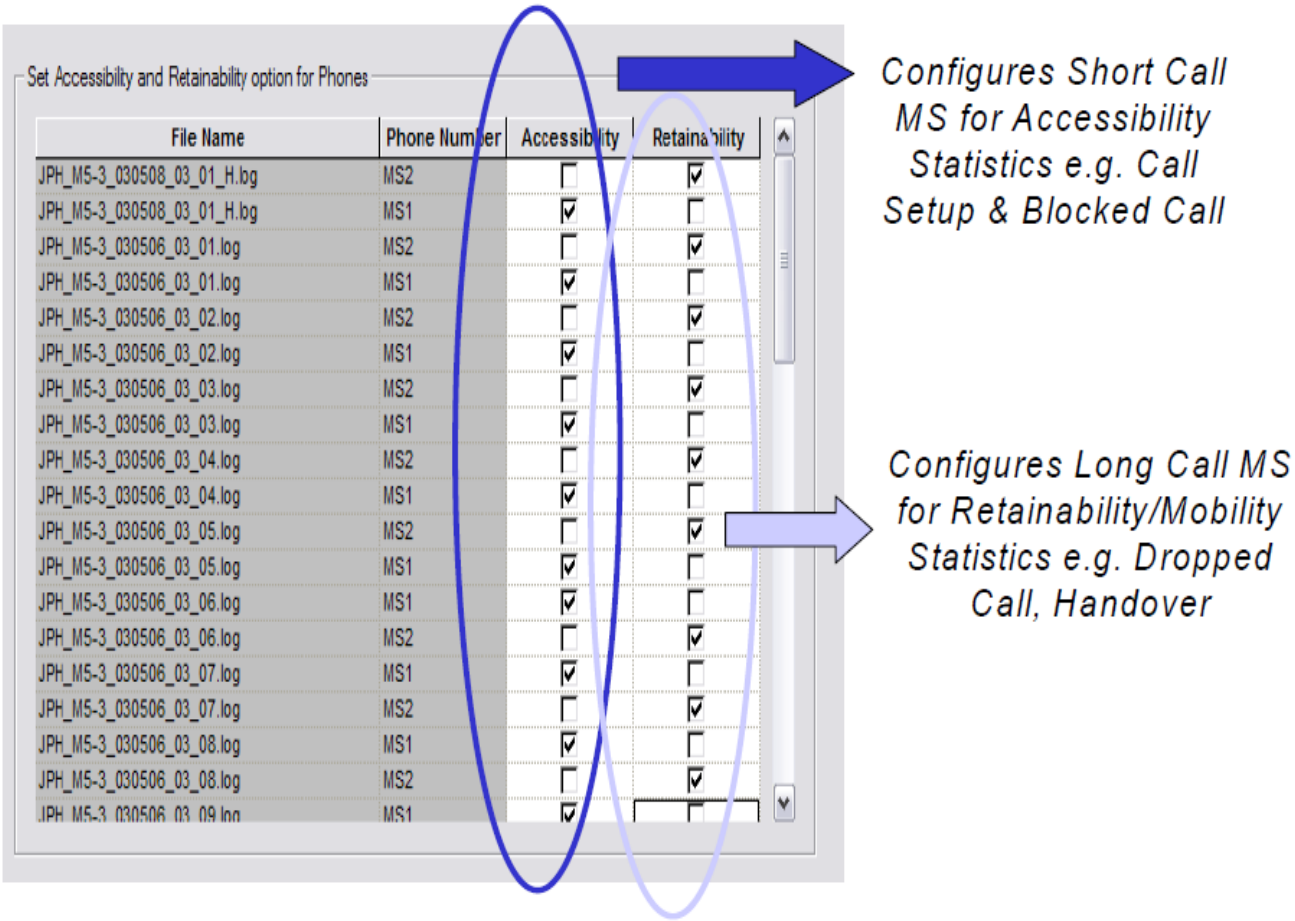
Elle permet à l'utilisateur d'obtenir le service dans des spécifications prévues et sous n'importe quelles conditions.
Le tems investigation Route Analyses Accessibilité statistiques est calculés à partir des données obtenues par les appareils.

L'accessibilité est définie au départ de l'appel (RACH) jusqu'au téléchargement (UL) connexion de reconnaissance. Toute anomalie qui se produise dans ce laps de temps est considéré comme un échec d'accès.
L'accessibilité est décrite dans l'outil comme :

- Random Access Failure
- RRC Connections Reject
- RRC Connection setup not received
- RRC Connection setup complete not sent
- Measurement control not received
- Service Request not sent
- Call proceeding not received
- Radio Bearer setup not received
- Radio Bearer setup complete not sent
- Alert or connect not received
- Connect Acknowledge not sent

Dans la plupart des Drive Test, on considère l'appel a durée longue et courte, dans le short call on peut mesurer (Accessibility) la performance de l'accessibility, et dans le long call on mesure la performance de retainability, Exp : dropped call or HandOver).

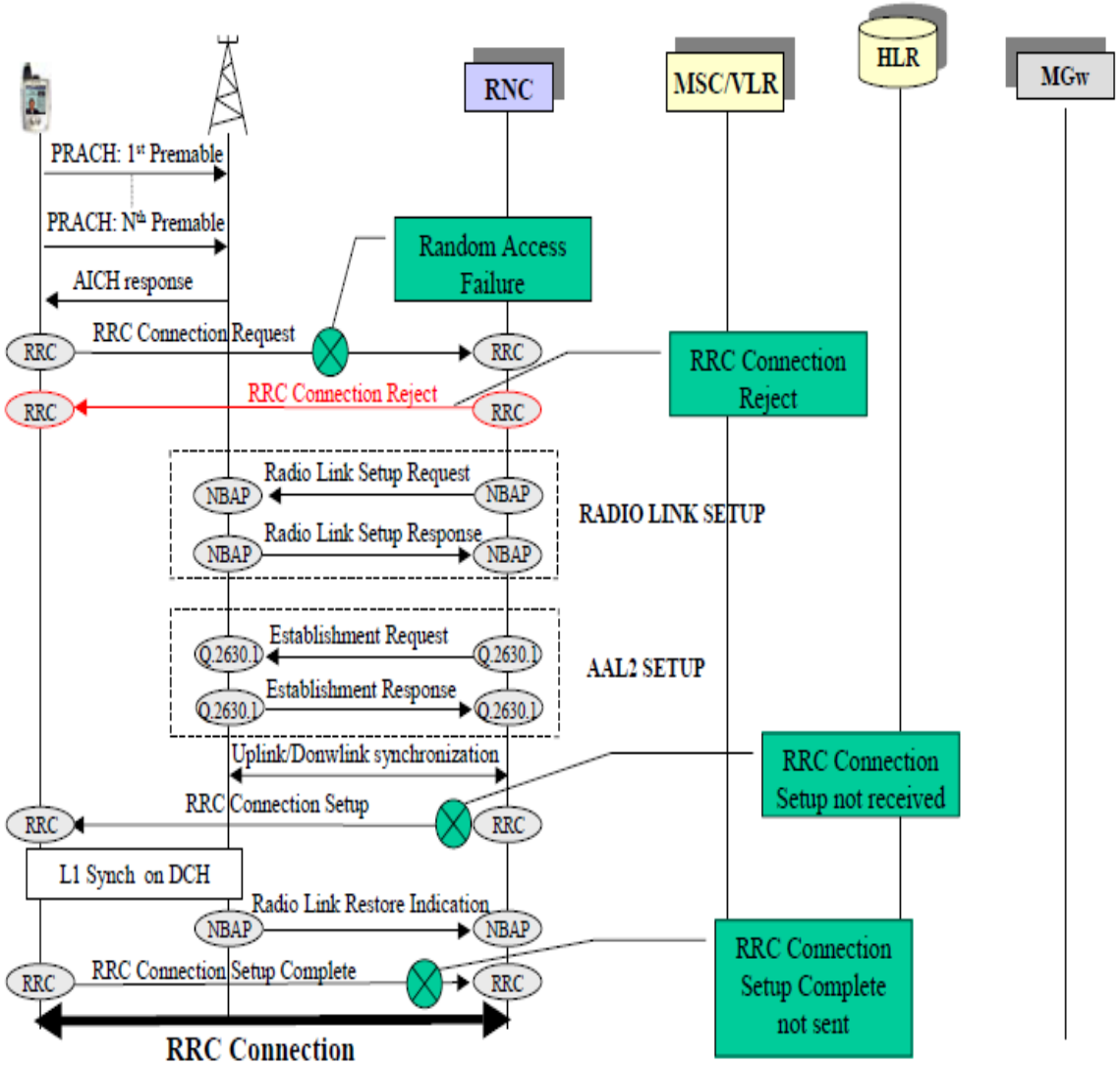
Figure 5-12 long call, short call



On peut voir un exemple d'un appel audio :

Les raisons possibles pour Random Access Failure (Figure 5-13) font que le NodeB ne reçoit pas un préambule envoyé par le UE.
Cela dépend d'un défaut de paramètres.
L'indicateur d'acquisition (AI) est envoyé quand la qualité du préambule dépasse la seuil de préambule dans le NodeB.
Si le UE ne reçoit aucunes réponses AICH du DL de NodeB. Cela peut être aussi une erreur dans les paramètres de puissance de l'AICH.
Si le NodeB ne reçoit pas le Connection Request, le changement peut arriver dans powerOfestPpm qui fixe la puissance entre le dernier préambule et le RACH.

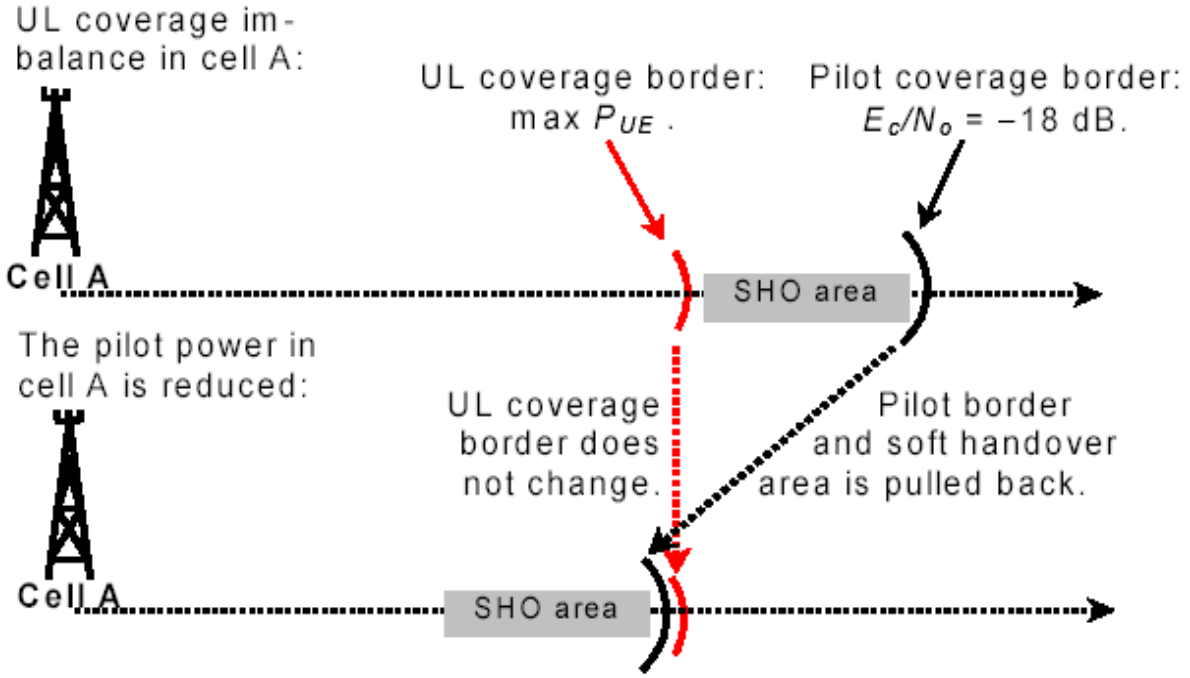
Figure 5-13 Mobile originated call for CS 12.2Kbps speech service:
Signaling Connection Establishment.



Après le RRC Connection Request, le UE peut avoir un refus (Connection Reject) si n'importe quels seuils dans le control d'admission sont obtenus : par Exp : pas de ressources dans la cellule cible.

Il est possible d'avoir un échec de la liaison radio dû au déséquilibre entre la voie descendante et la voie montante.
Quand il y a un déséquilibre dans la couverture entre UL (Up Link) et CPICH, la cause est que la puissance du CPICH est trop élevée (Figure 5-14) échec du Random Access.

Figure 5-14 Uplink/Downlink imbalance



La couverture de la voie montante définie la zone où se trouve le UE avec une puissance légèrement sous un certain niveau.
La couverture voie montante local dépend de divers facteurs, comme le meilleur Scrambling Code et l'actuel Active Set (AS).
Quand la frontière de la couverture de la voie montante (PRACH ou DPCH) ne peut arriver dans la région du Soft Handover, la couverture du CPICH est plus grande que la couverture de la voie montante (Uplink).
Le seul moyen pour résoudre ce problème est de réduire la puissance CPICH.
Cette modification réduit la couverture de la voie descendante et va raccourcir la zone du Soft Handover.
Le prochain échec d'accès peut être que UE ne peut pas recevoir le message du RRC Connection Setup du RNC.
Cela peut être du a un réglage bas de paramètres.

➢ Retainability

La retainability est le pouvoir de garder le service de l'utilisation sans aucune coupure, une fois que l'utilisation à obtenu l'accès, sous certaines conditions pour une durée déterminée.
Retainability (Drop call) est calculé dans les TEMS Investigators Route Analyses par les donnés obtenues des appareils.

Retainability est définie à la suite de UL : Reconnaisse de la connexion (Connecte Acknowlege), toute anomalie qui survient durant la connexion peut être considérer comme une rupture de l'appel (drop call).
Tout appel interrompu est classifié selon la condition antérieure à la coupure.
Les raisons du Drop call sont classifiées selon plusieurs critères d'environnements de la radio où les seuils sont définis par l'utilisateur (user).
Les paramètres d'utilisateur ci-dessous sont modifiables à partir de l'interface-utilisateur pour la classification du Drop Call :

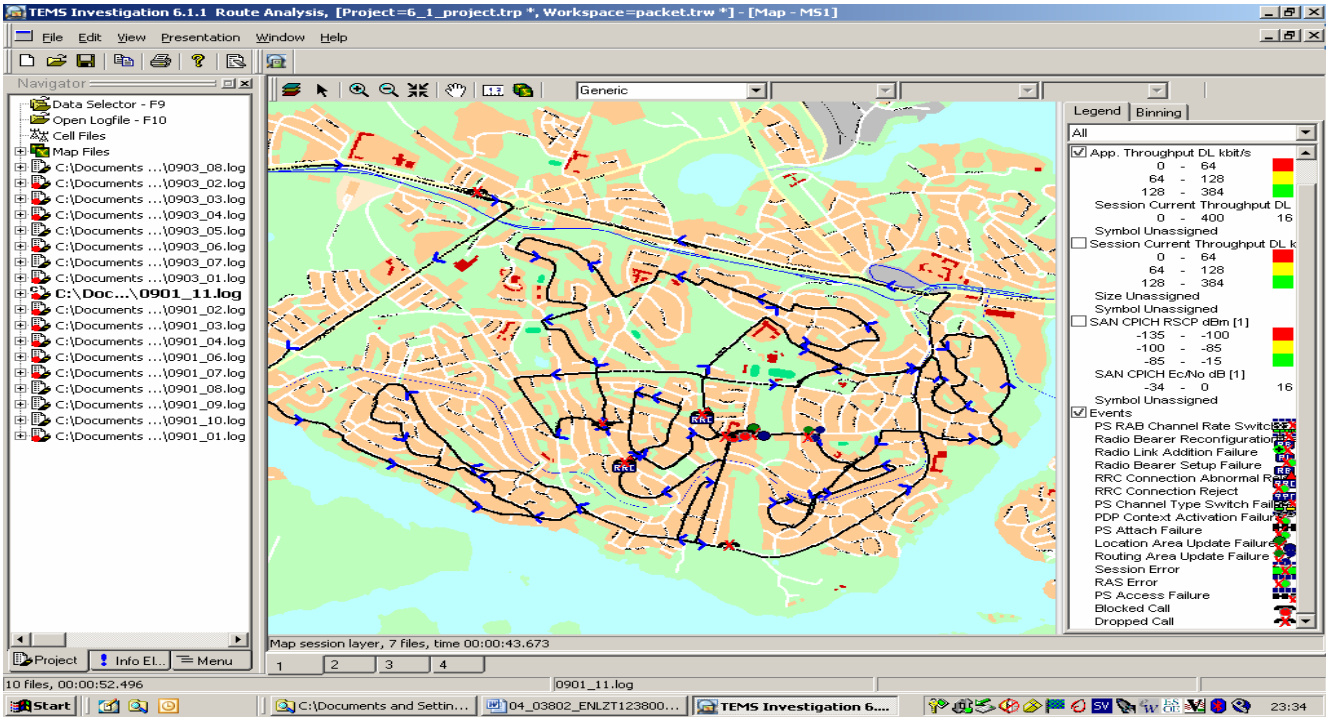
- Drop RSCP
- Drop Ec/No
- Drop Tx power
- Drop DL BLER

Les conditions suivant applicables :

1) RSCP :
   - Faible si CPICH_RSCP < Drop RSCP
   - Forte si CPICH_RSCP >= Drop RSCP
2) Ec/No :
   - Faible si CPICH_Ec/No < Drop Ec/No
   - Forte si CPICH_Ec/No >= Drop Ec/No
3) Tx power:
   - Faible si UE Tx power < Drop Tx power
   - Forte si UE Tx power >= Drop Tx power
4) BLER :
   - Faible si DL BLER < Drop DL BLER
   - Forte si DL_BLER >= Drop DL BLER

La meilleur sélection pour identifier les appels interrompus (Drop Calls) quand on a beaucoup de Logfiles est de faire un post processus des Logfiles dans le TEMS Investigation Route Analysis (Figure 5-15).

Figure 5-15 UE events plot dans Route Analysis



Pour étudier le drop call on filtre la donnée reçue. Cela pour localiser dans quels logfile se trouve le dropped call qui provienne de la Route Analysis (voir figure 5-15).
Les dropped calls aussi peuvent être étudié aussi dans le TEMS Invertigator pour connaitre les raisons du dropped call, la (Figure 5-15) nous montre les mesures collectées par le TEMS Investigator.

Figure 5-16 Mesures des Ec/No, RSCP, RSSI et SIR de TEMS Investigation et dropped Call

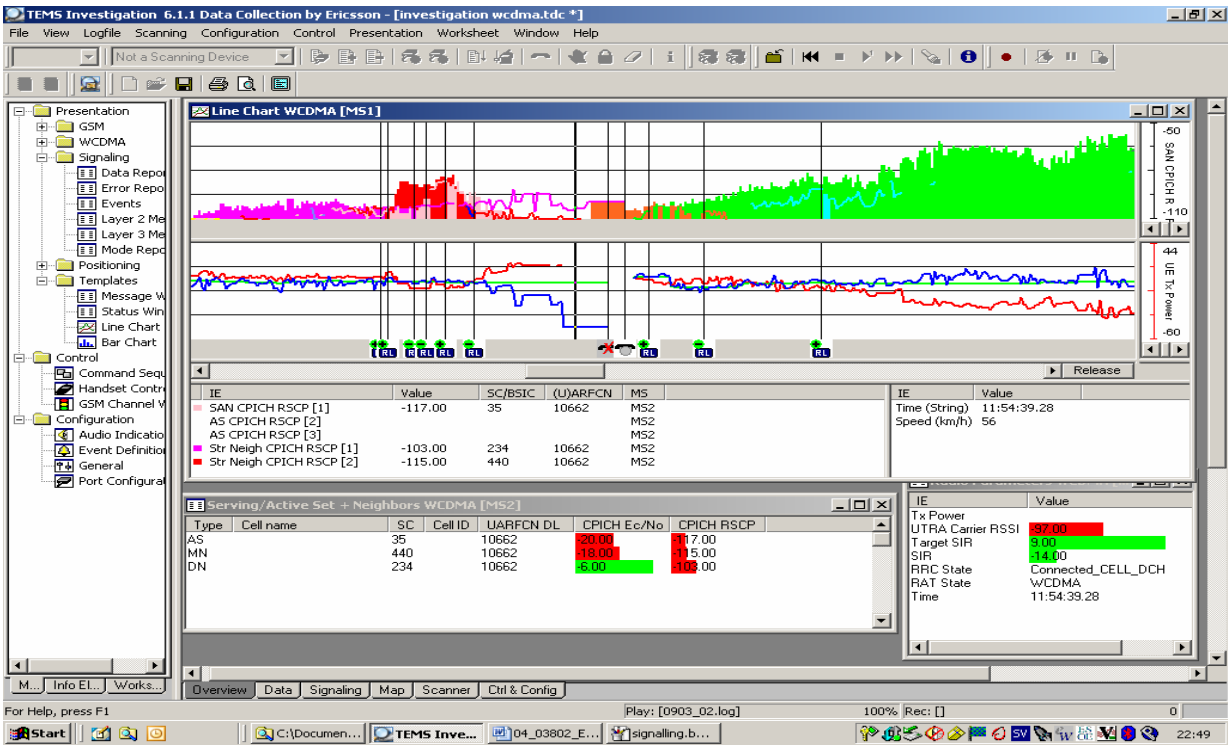


Figure 5-16 nous montre les valeurs des mesures SIR et calcule le SIR par rapport à UE. Nous avons aussi un dropped call qui peut être trouvé par le signaling tab (voir Figure 5-17).

Figure 5-17 la raison du drop call par rapport au TEMS Investigation

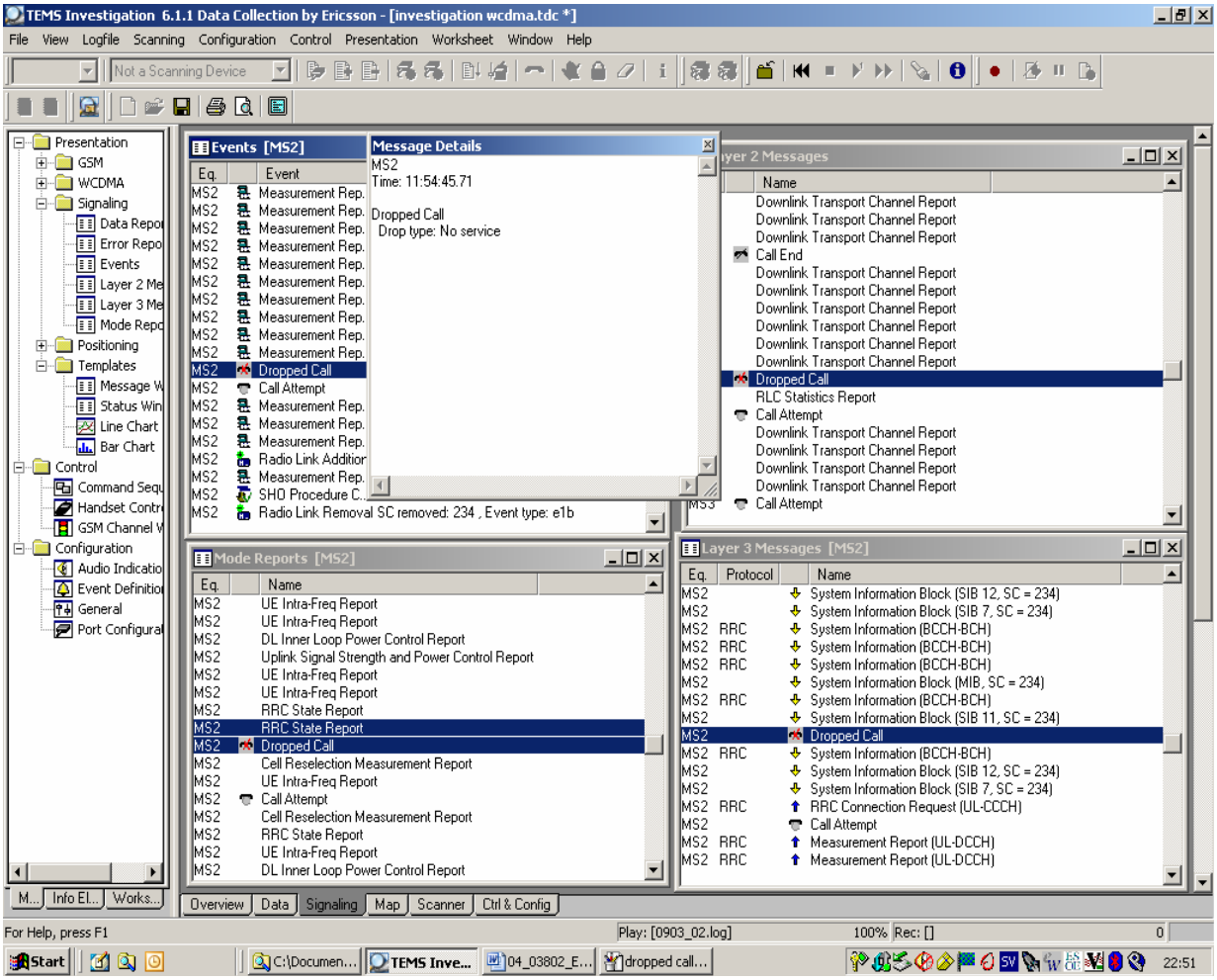


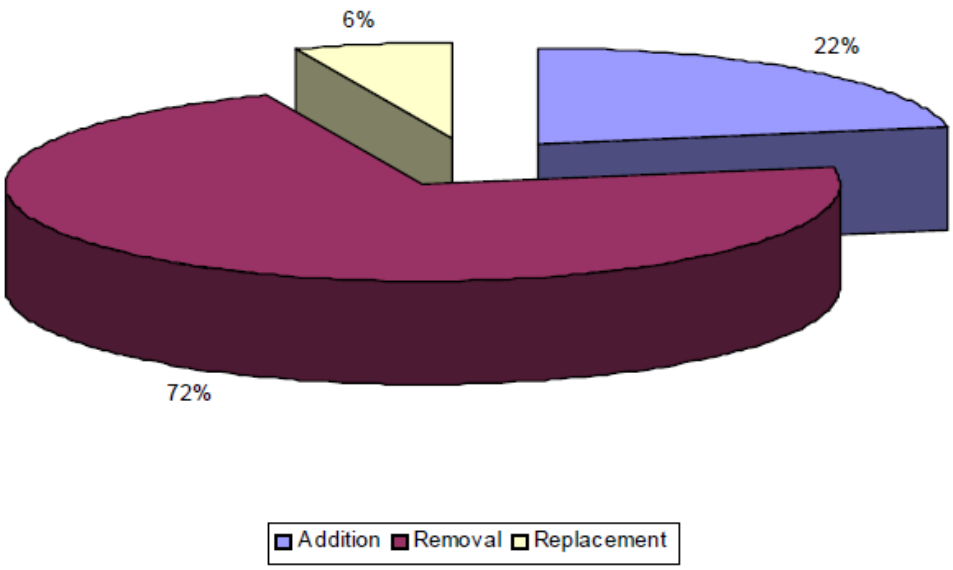
Tableau 5-1, dans cette liste, vous voyez les handover réussis et ratis dans le TEMS Investigation Route Analysis après que chaque UE tente le Handover.

Tableau 5-1 Handover statistiques dans Cluster level

CS Soft Handover Statistics	Addition	Removal	Replacement	Total
Total Successful Handover Complete	562 (52%)	447 (41%)	71 (7%)	1080 (100%)
Total Successful Handover Performed	572 (51%)	475 (42%)	71 (6%)	1118 (100%)
Total Dropped Calls during Handover	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	2 (100%)
Total Handover Failures (including Drop during Handover)	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	2 (100%)
Handover Success Rate				100,0%
Total Normal Release	13 (32%)	26 (63%)	2 (5%)	41 (100%)

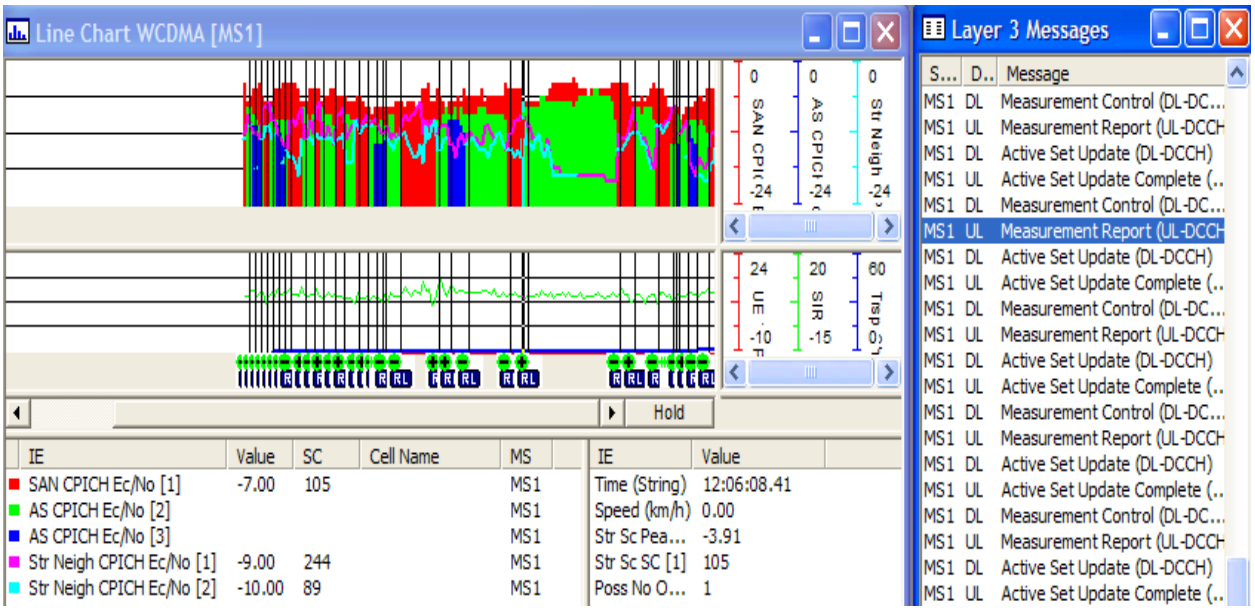
Résume des tentatives handover ratées qui ont été utilisé dans le TEMS Investigation Route Analyses comme on voit dans la Figure 5-18.

Figure 5-18 Distribution de Handover essais ratées



Le Handover est une des choses les plus importantes des procédures de gestion de la radio. Le UE envoie un rapport des mesures (Figure 5-19) lors du Handover, par Exp : ajouter un RL (Radio Link) à l'Active Set.

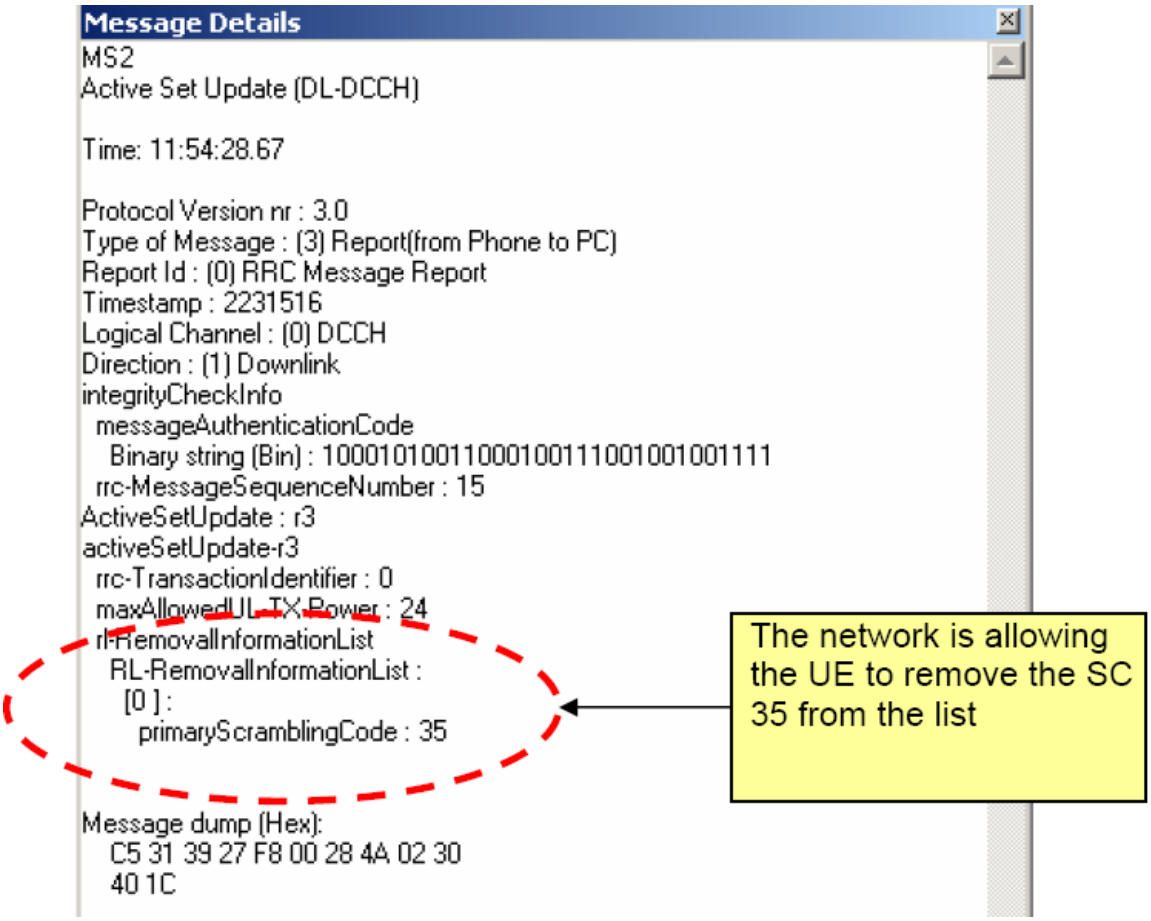
Figure 5-19 Rapport de mesure.



Le RNC envoie à UE une mise à jour de l'Active Set pour exécuter le Handover.

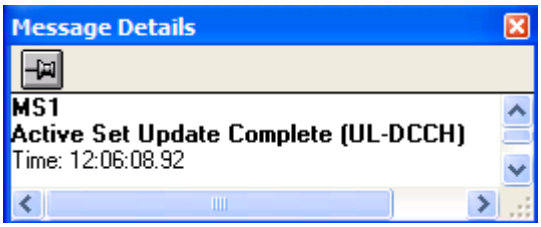
Une fois que cette opération réussie le UE renvoie un message de confirmation de mise à jour de l'Active Set au RNC.
S'il y a un changement dans le neighbor List, le RNC envoie un message de contrôle des mesures.
Quand un appel est passé, le premier contrôle de mesure consiste en une liste complète des neighbor (monitered set) et le RNC doit seulement informer le UE qu'il y a un changement du neighbor après chaque Handover.
De plus le décalage du temps (TM) est mesuré en chips entre le P_SCH du cellule (SC244) pour exécuter le Handover et on peut voir aussi le DPDCH, cela peut être utiliser pour DL_Timing dans Soft/Softer handover. On peut voir aussi dans la Figure 5-20 que le UE peut ajouter SC244 à l'Active set.
Quand le RNC, reçoit le rapport des mesures pour exécuter le Handover, le système réserve les ressources et envoie le message de mise à jour de l'Active set (Figure 5-20).
Ce message se trouve aussi dans l'onglet de signalisation (signaling tab) aux messages de la couche 3.

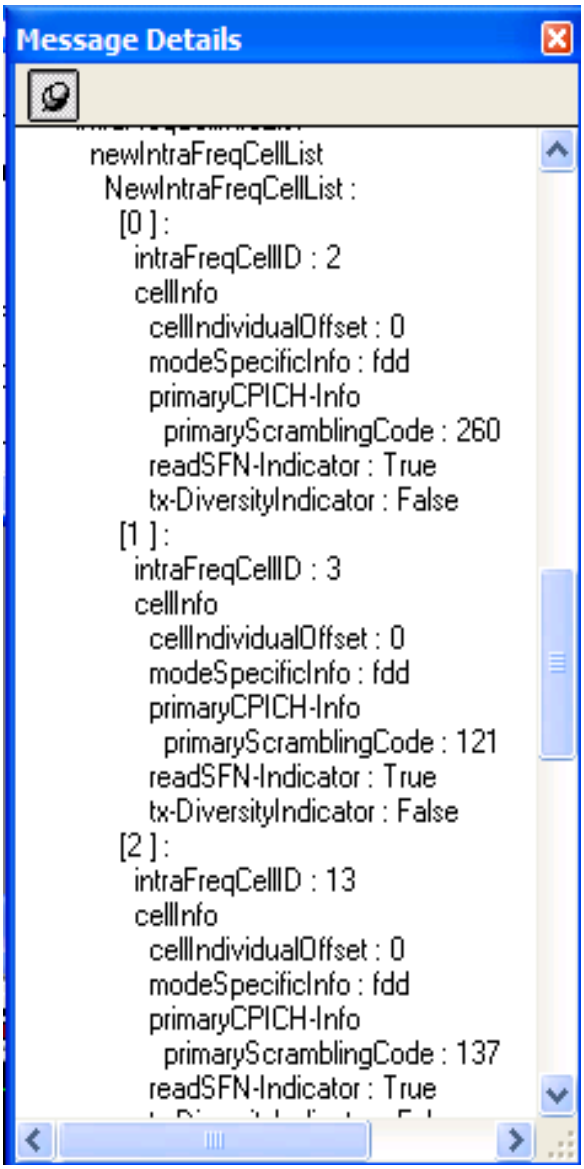
Figure 5-20 Active Set Update



L'actif set Update complete est envoyé au RNC pour l'informer que l'Active Set Update à été reçu (Figure 5-21).

Figure 5-21 Actifs sets complets et message de mesure de control





Enfin, le control des mesures est envoyé à l'UE pour l'informer de la différence dans monitered set.

- Integrity

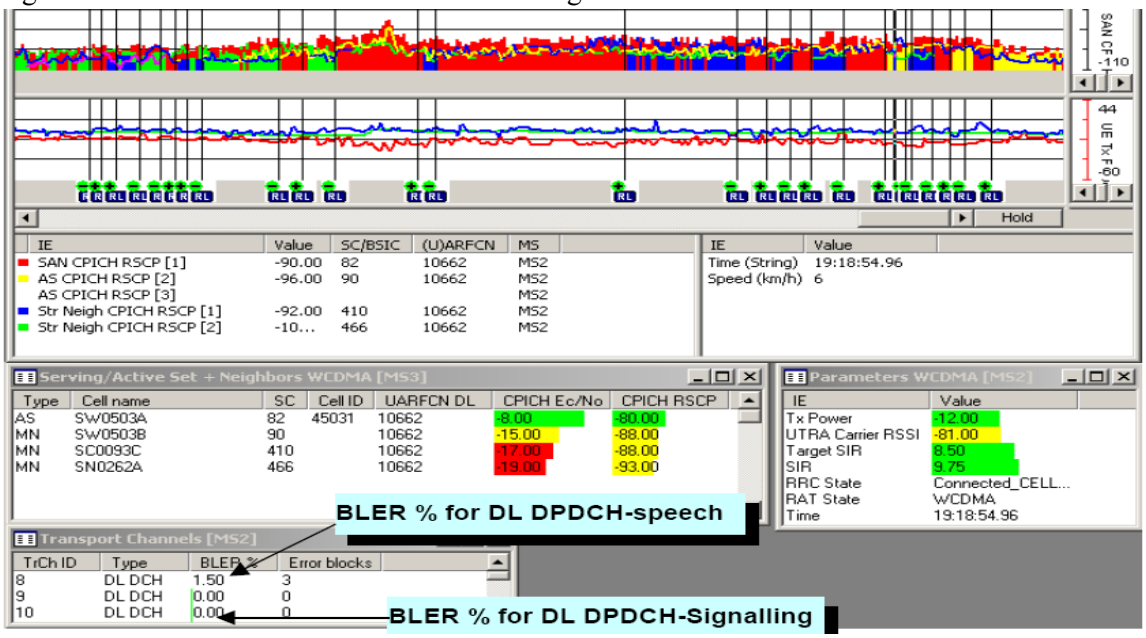
Pour chaque classe de la couverture de pilot la Tableau 5-2 représente des listes de pourcentage du BLER pour DL canaux de trafic.

Tableau 5-2 Canal trafic de BLER voie descendante

DL Service Integrity	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	No Data	Total
Voice DLBLER average	0,1%	0,1%	0,1%	0,6%	N/A	0,1%
Voice DLBLER 95 percentile	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%

Dans le TEMS Investigator la collecte de données, le DL BLER(%) est calculé pour chaque canal de transport pour le service et pour la signalisation de la L3 (RRC) TEMS Investigator collecte des données utilise différent intervalles pour calculer le BLER compatible avec la version utilisée par le UE.
Figure 5-22 nous montre la conversation téléphonique. Dans le cas de la signalisation le canal de transport est identifié par ID=10 et le canal de transport conversation est identifié par ID=8.

Figure 5-22 Mesures de BLER de TEMS Investigation Data collection



5-3-4-5 TEMS Investigation – UE Packet data Test

UE Packet Data s'effectue normalement, une fois qu'on a scanné le réseau et les réglages audio de l'UE. Donc nous avons déjà trouvé la plupart des problèmes comme le Swapped feeders, wrong SC, pilot pollution et problèmes de couverture.
The Serving GPRS Support Node (SGSN) effectue toutes les fonctions nécessaires pour qu'on puisse faire le packet switched services du et vers le UE. Le SGSN expédie le IP entrants et sortants adresse de packet et vers le UE qui sont rattachés au SGSN Service Area (SA). Le SGSN

assure le routage du packet et transfert du et vers le SGSN Service Area. Le SGSN assure aussi les fonctions comme le cryptage et l'authentification, gestion des sessions et de la mobilité.
Les préparations de la mise au point de l'UE packet doit être complète. Il est important de tester la capacité et la qualité de la voie montante et descendante. Il est aussi essentiel d'envoyer des données au FTP serveur et aussi de télécharges de données du même serveur. Souvent nous avons besoin d'un mot de passe des données de l'utilisation pour pouvoir se connecter au serveur. La data envoyées et reçues doit être de deux sorts, petits et très grand dossiers (files). L'application du packet de données http doit être tester aussi. Disponibilité (availability) du service du packet de données est complètement différente de la disponibilité du service audio. Le trafic de données est produit au sein du programme du TEMS Investigation. FTP, http et les sessions du Ping sont menés directement aux séquences de commande.
Les mesures de services de données et les rapports inclus :

- Le débit (throughtput) actuel de la voie montante au niveau de l'application (Kbit/s).
- Le débit (throughput) de la voie montante pour le session actuelle au niveau de l'application (Kbit/s).
- Le débit de la voie descendante signifie pour la session actuelle au niveau de l'application (Kbit/s).
- Octets reçus et octets envoyés au niveau de l'application depuis le Dialup.
- Octets reçus et octets envoyés au niveau de l'application durant ca session actuelle.
- Le débit de voie montante et descendante au niveau du RLC (bytes/s).
- Délais de la Ping (ms).
- Taille Ping (bytes).
- Durée de connections.
- Durée de session.
- L'adresse IP désigne le client RAS.

5-3-4-6 TEMS Investigations Key Performance Indicators (KPIs)

Il fournit les tableaux de KPIs qui nous fournit un résumé de la performance du réseau. Avec les graphiques et tableaux, nous pouvons identifier rapidement la performance globale du Cluster et les problèmes des cellules.
Il y a plusieurs KPIs a étudier dans les TEMS Investigation :

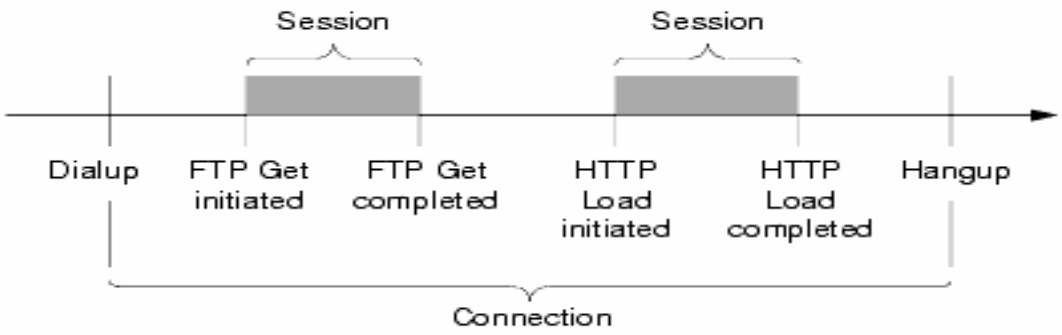
- Accessibility
- Retainability
- Mobility
- Throughput
- Spreading factor Usage

➢ Accessibility

Les données par paquet commence lors du passage des connections du statut dormant (Idle mode) au statut actif, et finit quand la connections revient au statut dormant ou quand nous éteignons le UE. Les données du paquet se composent de plusieurs sessions.

Les définitions de la connections dans le TEMS Investigation est entre le Dialup et Hangup. On peut faire plusieurs sessions dans ce laps de temps quand le UE est connectée. Voir la figure ci-dessous.

Figure 5-23 le diagramme montre la différence entre la connections et la session



L'accessibilité dans le TEMS Investigation est déterminé par la classification de RAS Dailup, PS attaches et PDP sont activées durant le Drive Test. Toutes anomalies durant ce laps de temps est considéré comme un échec d'accès.
Accessibilité est décrite comme un outil de :

- RAS Dialup
- PS attach
- PDP context activation
- IP address
- Session

La performance d'accessibilité de la voie montante du Cluster se trouve dans le Tableau 5-3 pour chaque classe de la couverture pilotes.

Tableau 5-3 Cluster level PS accessibilité Statistique

PS Data Accessibility Statistics	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	No Data	Total
Total PS RAS Dialup	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	28 (100%)	28 (100%)
Total PS RAS Dialup Success	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	19 (100%)	19 (100%)
Total PS Attach	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
Total PS Attach Failure	0	0	0	0	0	0
Total PDP Context Activation	9 (39%)	0 (0%)	11 (48%)	1 (4%)	2 (9%)	23 (100%)
Total PDP Context Reject	0	0	0	0	0	0
PS RAS Dialup Success Rate						67,9%
PS Attach Success Rate						100,0%
PDP Context Activation Success Rate						100,0%

➢ Retainability

La retainability est définie dans le TEMS Investigation et elle est mesurée par classification de dropped session. Chaque échec de session est classifié selon les conditions préalables à l'échec. Tableau 5-4 nous donne le nombre de sessions et les erreurs de session pour chaque type de session dans le Cluster.

Tableau 5-4 statistique du session PS par type de session

PS Session Statistics	FTP Get	FTP Put	HTTP Load	Ping	Unknown	Total
PS Total Session	12	8	17	1	0	38
PS Total Session Error	3	2	2	0	0	7
PS Total Session Success Rate	75%	75%	89,5%	100%		81,6%
PS Total Session Recovered Rate						n/a

TEMS Investigation nous montrera les différentes statistiques des sessions comme Ftp get, Ftp put, http load. Tableau 5-5 est un exemple de la façon dont on peut voir les statistiques de session.

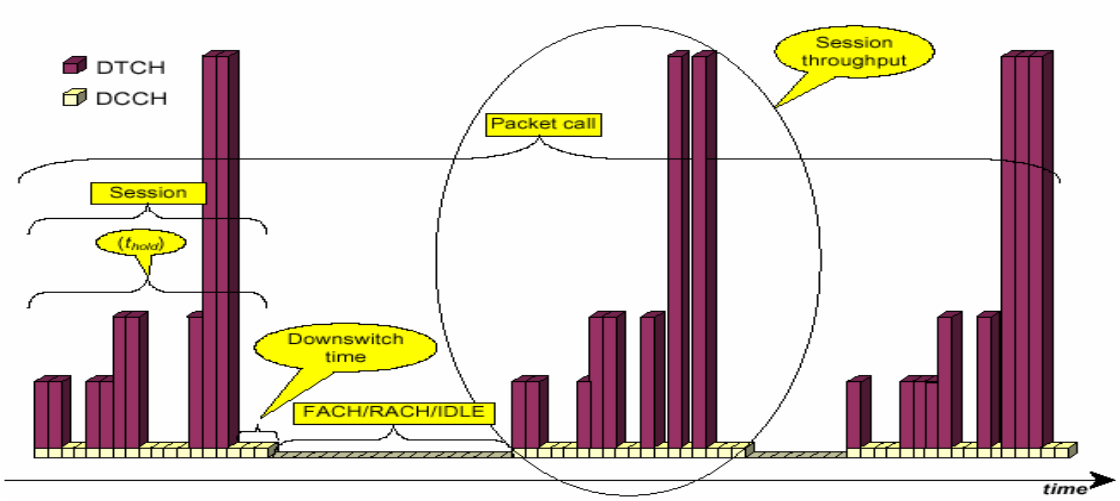
Tableau 5-5 statistique de session du PS http load.

PS HTTP Load Session Statistics	Total
Total Session	17
Total Session Error	2
Session Success Rate	89 %
Successful Session Duration (Min/Avg/Max) s	12/22/105
Successful Session DL Application Throughput (Min/Avg/Max) kbps	0/1/5
Successful Session UL Application Throughput (Min/Avg/Max) kbps	0/0/1

- Packet throughput(débit)

Troughput est définit par le taux de données de l'utilisateur sur la couche application. Cela signifie que le throughput n'atteind jamais le pic plafond. Le throughput est être exprimé par session, par bearer ou par cellule. Il est important de faire l'étude (dimensioning) pour connaitre si le plafond peut être pris en compte selon les conditions requises. La session troughput et Thold sont illustré dans la figure 5-24 ci-dessous.

Figure 5-24 paquet d'appel montre session throughput et Thold



Dans le TEMS Investigation, le meilleur serveur throughtput est mesuré et rapporté dans un tableau où nous pouvons voir l'application de throughput et RLC/canal de transport (bas niveau) par cellule.

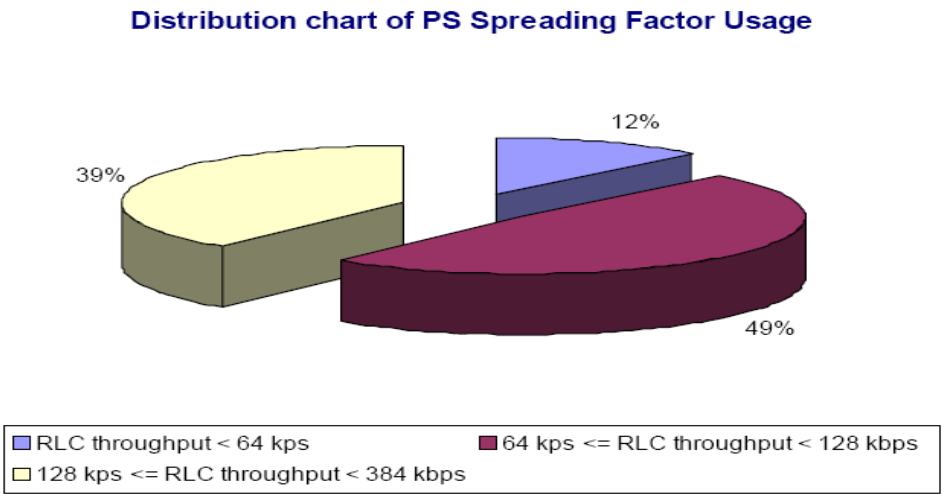
Tableau 5-6 statistique de niveau d'application throughput

PS Binned Application Throughput Statistics	Min (kbps)	Average (kbps)	Max (kbps)
Average Application DL	1,0	65,7	367,0
Average Application UL	1,0	7,0	39,0
Median Application DL Throughput for spreading factor = 32	1,0	38,6	122,0
Median Application DL Throughput for spreading factor = 16	1,0	49,7	169,0
Median Application DL Throughput for spreading factor = 8	4,0	92,5	367,0

- Spreading Factor Usage

Il est très important de vérifier le Spreading Factor Usage pour les sessions de paquet de données. Il nous donne un aperçu global de la performance du réseau en ce qui concerne le throughput et l'availability de la capacité inutilisé dans le réseau.
L'admission Control contrôle le Spreading factor Usage dans la voie descendante au niveau de la cellule. Et le nombre de la liaison radio en mode compressé (Compressed mode). Si l'usage est intensif le système peut libérer des utilisateurs du PS par exemple une congestion légère (soft congestion). Aussi s'il y a plusieurs ruptures du système il est important de connaitre les raisons pour détecter la solution nécessaire pour débloquer la situation. Admission Control utilise UL ASE, DL ASE, DL Tx de la puissance de cellule, Spreading Factor Usage, nombre de l'utilisateur de HSDPA, code d'usage, congestion et le nombre des utilisateurs dans le mode compressé pour décider de couper l'appel.

Figure 5-25 PS Spreading Factor Usage dans le TEMS Investigation



5-4 Conclusion

Quand on finit le Drive Test, nous mettons à jour la plupart des problèmes sur le réseau. Certain problème sont résolus sur place (Azimut, down tilt et swapped feeders) et d'autres problèmes nécessitent un plan de travail qui consiste à ajouter un site (pour résoudre le coverage holes). De plus on peut aménager l'actif set pour améliorer le Handover et les interférences. Donc on peut conclure que le Drive Test est essentielle à effectuer sur le réseau pour obtenir la meilleure qualité du service (QoS).

CHAPITRE 6

DIMENSIONNEMENT

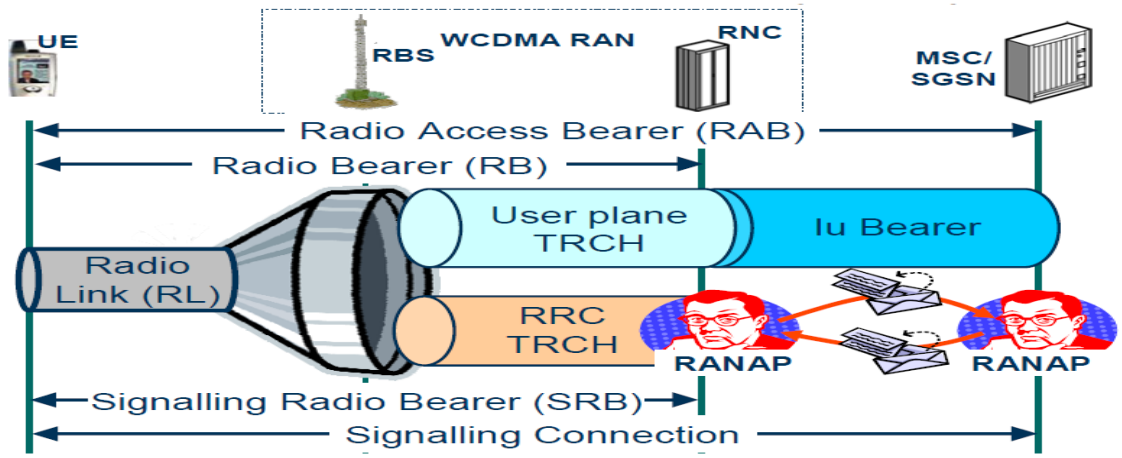
6-1 Introduction

Le dimensionnement est une étude qui consiste à assurer à toute personne, à n'importe quel moment, d'avoir un accès au réseau sans aucune interruption durant la communication. Le but de cette étude est d'avoir la meilleure qualité de service (QoS).

6-2 Radio Access Bearers (RABs)

Le terme Radio Access Bearers (RABs**)** décrit le plan de connexion de l'utilisateur entre le UE et le réseau de cœur (CN). Le RAB est composé du Iu bearer du RNC en CN. Le plan de l'utilisateur du canal de transport (TRCH) sur Iub et une liaison radio (RL) entre le UE et le RBS. Le plan de connexion de l'utilisateur entre l'UE et le RNC est nommé radio bearer, comme illustrée dans le Figure 6-1 ci-dessous.

Figure 6-1 Radio Access Bearers (RABs)



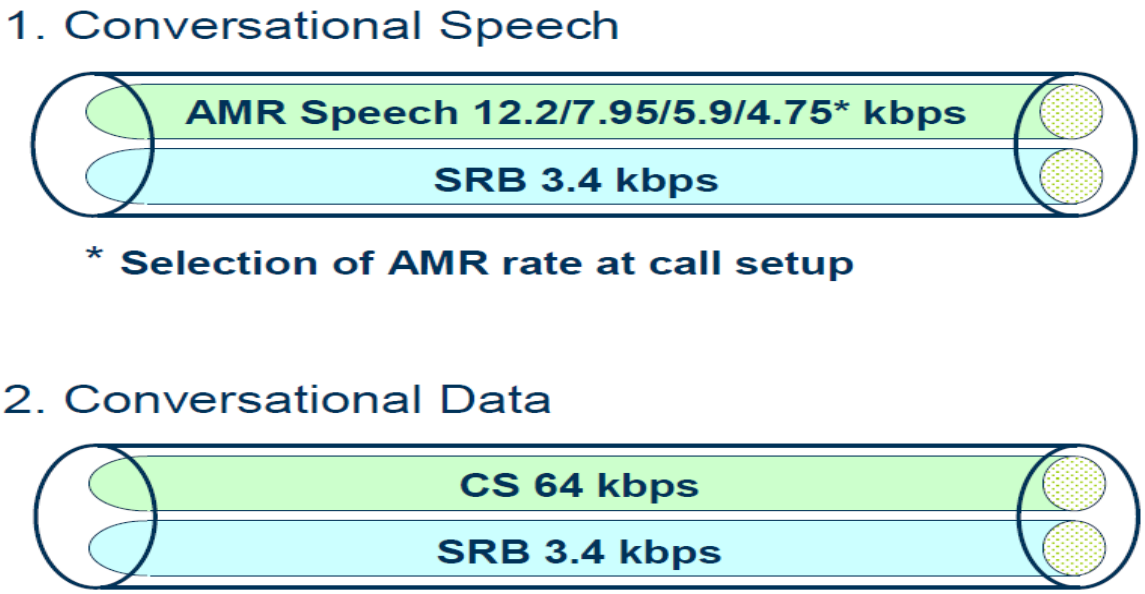
Tous les services demandent une signalisation de connexion pour porter la signalisation du Radio Ressource control (RRC) entre l'UE et le RNC et la signalisation du Non Access Stratum (NAS) entre l'UE et le CN.

Les messages du NAS sont portés entre le RNC et CN qui utilisent le protocole RANAP et entre le RNC et l'UE nous utilisons le protocole RRC.
Les messages du RRC sont portés entre le RBS et le RNC utilisents la signalisation du canal de transport (TRCH) et se combinent avec le plan de l'utilisateur TRCH pour créer une liaison radio (RL) par le biais du RBS.

6-3 Les RAB soutenu par le RAN P5

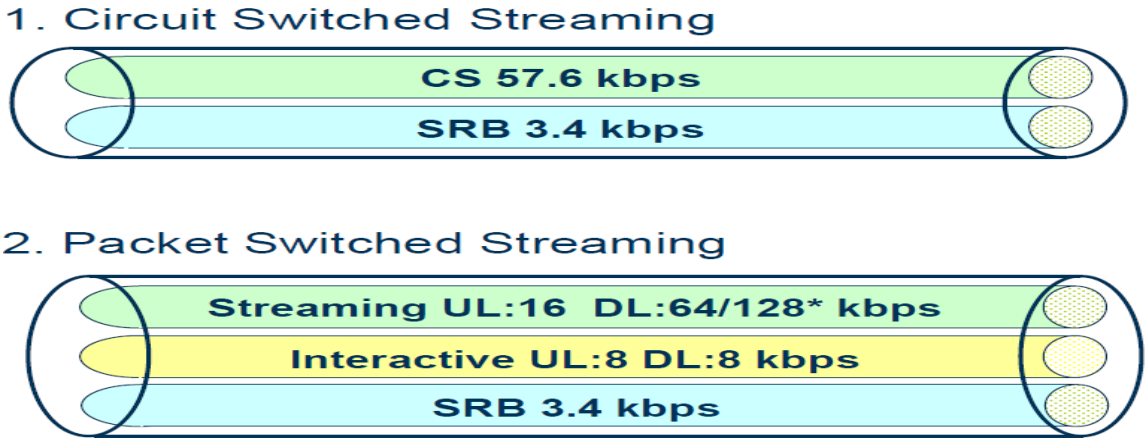
Le WCDMA P5 RAN soutient le RABs Conversational, Streaming et Interactive ensemble avec trois combinaisons RAB. Tous les RABs sont la combinaison du plan de l'utilisateur et la liaison radio bearer sur 3.4Kbps.
Les deux P5 Conversational RABs sont illustrés dans la Figure 6-2 ci-dessous.

Figure 6-2 P5 conversational RABs



Le débit de parole AMR est choisi juste pour commencer l'appel (call set up). Les bas débits AMR sont utilisés pour augmenter la capacité du Busy Hour (BH) de la cellule. Nous utilisons un débit de 4,75 Kbps peut augmenter la capacité jusqu'à 70%.
Le terme de Unrestricted Digitale Interface (UDI) est utilisé parfois pour décrire le Conversational de données RAB. Ce RAB est conçu pour imité le fonctionnement à 64 Kbit/s donnée ISDN et il sert aussi à soutenir la téléphonie vidéo en utilisant le protocole stacke H.324M.
Les deux RABs Streaming P5 sont illustrés la Figure 6-3 ci-dessous.

Figure 6-3 RABs Streaming P5



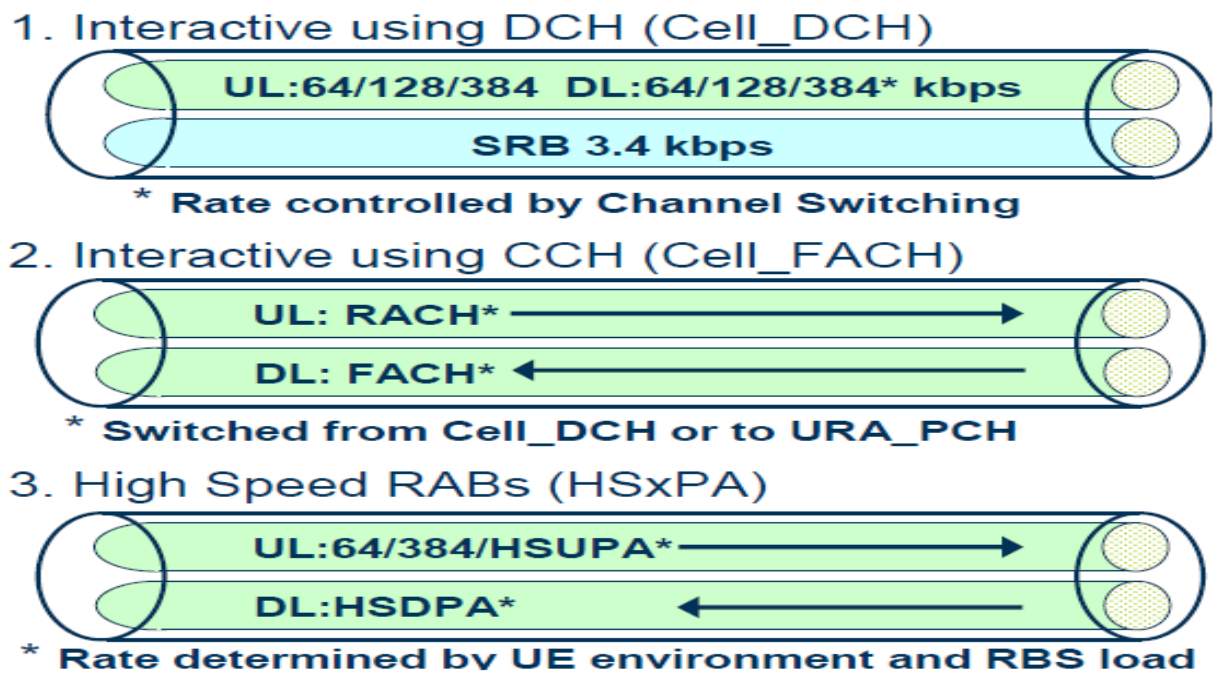
Le packet switched streaming RAB permet un téléchargement du contenu streaming à un débit jusqu'à 128 Kbps et en même temps il maintient la connexion interactive sur 8Kbps, ensemble le streaming CS et PS RABs soutiennent différent niveau de débit à partir de 16 Kbps jusqu'à une valeur maximum que nous voyons dans la figure ci-dessus Figure 6-3.

Le RABs streaming possède un avantage sur RABs interactive car cela nous permet de télécharger le contenu vidéo. Le RAN WCDMA P5 soutient le RABs interactive en utilisant le Canal Dedicated (DCH), Canaux Commun (CCH) et la grande vitesse packet Access channels en voix montante/descendante (HSxPA).

Le terme voix montante avancée (E-UL) est parfois utilisé pour désigné le HSUPA.

Les trois RABs interactive P5 sont illustrés dans la Figure 6-4 ci-dessous.

Figure 6-4 RAB interactive P5



Quand le UE utilise le RAB interactive sur le Dedicated Channel (DCH) on le nomme état Cell-DCH. L'algorithme du canal de commutation (Channel Switching) peut commuter le débit d'UL et DL entre 64, 128 et 384 Kbps. Nous pouvons aussi commuter le UE sur un autre type de RAB interactive, jusqu'à le packet access à grand vitesse en voix montante/descendante (HSDPA/HSUPA) ou vers le bas du Random Access et Forward Access Channels (RACH/FACH).

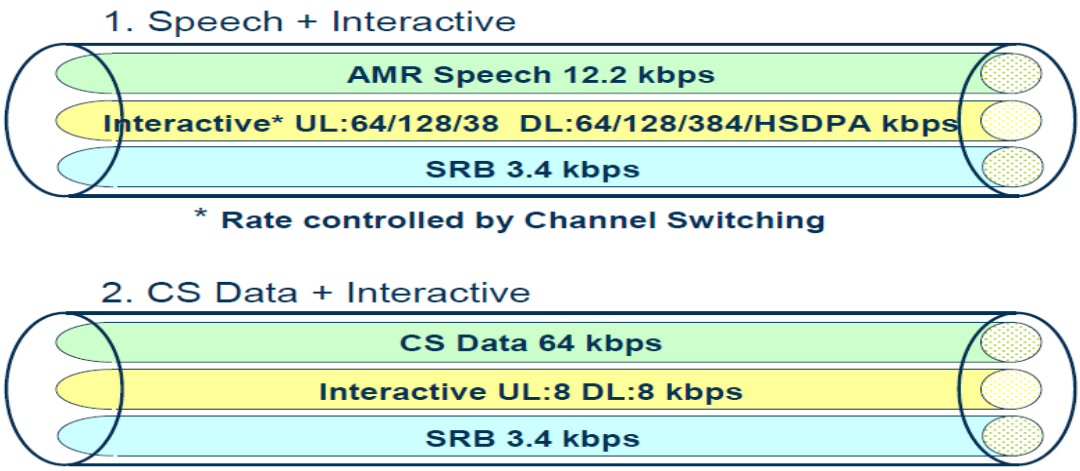
Quand le UE utilise les canaux communs (CCH) c'est-à-dire le Random Access Channel (RACH) et (FACH), nous les considérons comme état Cell_FACH.

Il est possible de commuter les utilisateurs de l'état de la Cell_FACH jusqu'à la Cell_DCH ou vers le bas sur l'état UTRAN Registration Area Paging Channel (URA_PCH) dans l'état URA_PCH le UE peut seulement écouter sur PICH comme s'il est en mode de repos, mais il doit effectuer les mises à jour URA normal et périodique. L'activité du UE ou paging du RNC peut commuter le UE sur l'état Cell_FACH pour lui permettre le transfert de données. L'introduction de l'état de l'URA_PCH dans P5 permet le UE de maintenir la connexion interactive avec une énergie suffisante pour l'état de repos. L'interactive dans URA_PCH oblige le UE à revenir au mode repos.

La grande vitesse de RAB de la voix montante est commutée de 64 Kbps à 384Kbps et jusqu'à HSUPA où le maximum de débit physique est approximativement 1.3Mbps, dans la voix descendante le débit de HSDPA à un débit potentiel atteindre 14Mbps. Les débits maximum pour le HSUPA et le HSDPA sont dépendants de l'environnement et la charge du RBS.

Le RAB WCDMA P5 soutient quatre RABs en combinaison appelés 'Multi-RABs'. Ces Multi-RABs sont illustrés dans la Figure 6-5 et 6-6.

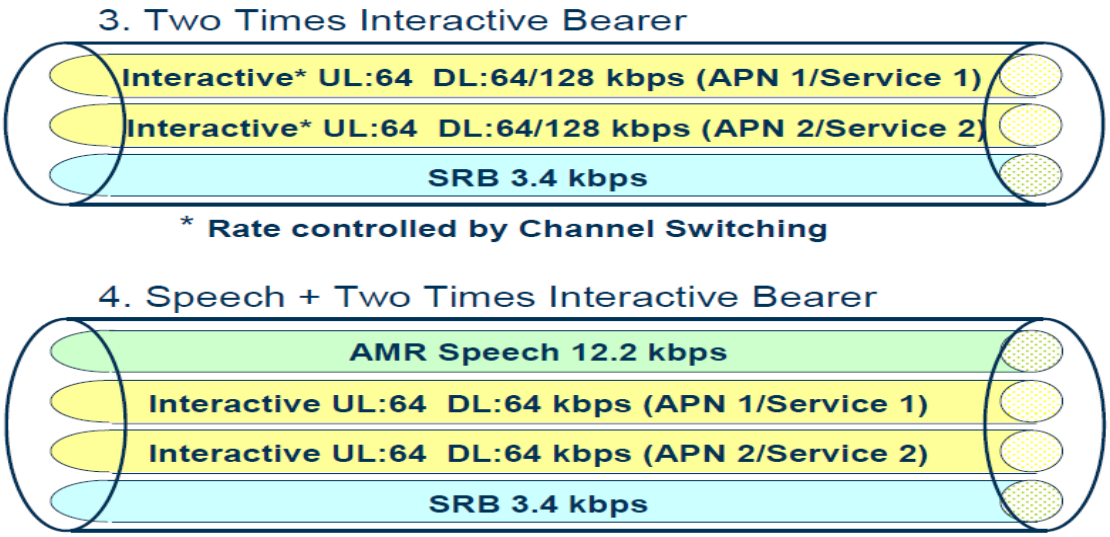
Figure 6-5 combinaisons RAB P5 (1 & 2)



Le 'RAB speech + interactive' en combinaison apparait dans la figure 6-5 ci-dessus, elle permet à l'utilisateur de passer et recevoir un appel et en même temps la connexion interactive est maintenue avec un débit qui est contrôlée par l'algorithme du Channel Switching. Le « RAB CS Data + interactive ' en combinaison apparait dans la figure 6-5 ci-dessus, elle permet à l'utilisateur de passer et recevoir un appel vidéo et en même temps la connexion interactive est maintenu à 8Kbps dans la voix montante (UL) et descendante (DL).

Le RAN WCDMA P5 soutient aussi deux RAB en combinaison qui permettent à l'utilisateur de faire deux connexions interactives simultanément pour séparer Internet Access point Names (APN). Ces APNs permettent à l'utilisateur d'utilisé plus d'un service interactif. Par exemple MMS, SMS, corporate LAN, Access internet etc.… le débit UL de ces bearers est limité à 64Kbps mais peut être commuté jusqu'à 128Kbps en DL. Il est aussi possible de combiner ces deux bearers interactifs avec voix comme ci-dessous dans la Figure 6-6.

Figure 6-6 combinaisons RAB P5 (3 & 4)

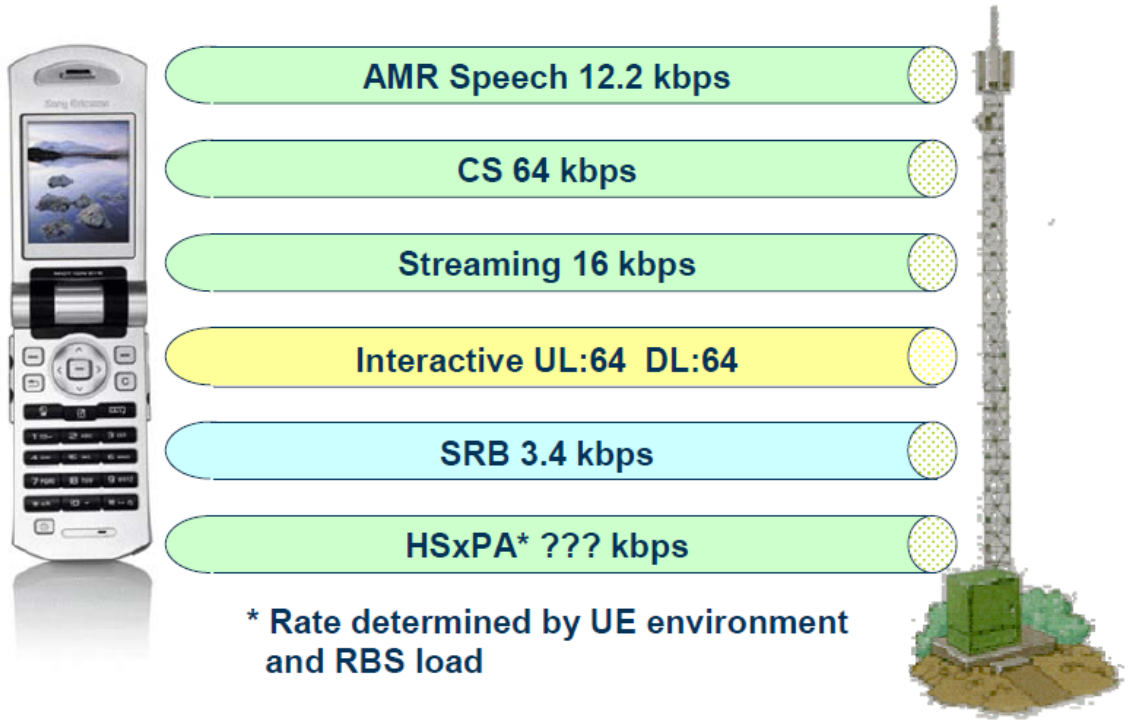


Il faudrait noter que ces bearers interactifs sont combinés avec le speech (speech + deux times interactifs bearer), le débit maximal DL est limité à 128Kbps.
Puisque nous faisons la dimension du réseau radio seulement pendant Busy Hour (BH), nous effectuons deux choses :

1) Le débit du PS streaming est limité à 16Kbps.
2) Le débit maximum de l'interactif est limité à 64Kbps.

Pour le dimensionnement la moyenne supposée pour l'utilisateur est servi avec un speech à 12.2Kbps, CS 64Kbps, le streaming à 16Kbps et R99 et bearer interactif à 64Kbps.
Le débit du HSDPA et HSUPA est déterminé par environnement du UE et le RBS load comme illustré dans le Figure 6-7 ci-dessous.

Figure 6-7 Type de service de dimensionnement



6-4 Exemple des besoins du réseau

Combien de stations RBSs 3-secteurs de 20W nous avons besoin pour la zone A avec superficie 9Km, voir la figure 6-8.

Figure 6-8 des besoins du réseau

Service	Dense Urban	Urban	Sub-urban	Rural	Road	Subs using Service
Speech BHCA	0.7	0.34	0.3	0.2	0.8	95%
Speech MHT	5 min	3 min	3 min	3 min	5 min	
Speech GOS	2%	2%	2%	2%	2%	
CS64 BHCA	0.5	0.14	0.1	0.05	0.01	10%
CS64 MHT	6 min	6 min	4 min	4 min	3 min	
CS64 GOS	2%	2%	2%	2%	2%	
R99 PS UL Traffic [KByte/h]	6	3.75	2.5	1.25	1	100%
R99 PS DL Traffic [KByte/h]	60	37.5	40	12.5	3.5	

Le maximum de voix montante et voix descendante ne doit pas dépasser 70% et 76% respectivement.

6-5 Le dimensionnement du Circuit Switched

Avant de rentrer les valeurs du trafic sur le RNPT, nous devons les convertir en ‘average subscriber ‘ comme ci-dessous.

- Speech Trafic Requirements :

Trafic(A) = BHCA * MHT
BHCA = 0.34 et MHT = 3min = 0.05 hours
Trafic(A) = 0.34 * 0.05 = 0.017 E = 17 mE
Average Sub Speech Trafic = 17 mE * 95% = 16.1 mE

- CS64 Trafic requirements:

Trafic(A) = BHCA * MHT
BHCA = 0.14 ET MHT = 6min = 0.1 hours
Traffic (A) = 0.14 * 0.1 = 0.014 E = 14 mE
Average Sub CS64 = 14 mE * 10% = 1.4 mE

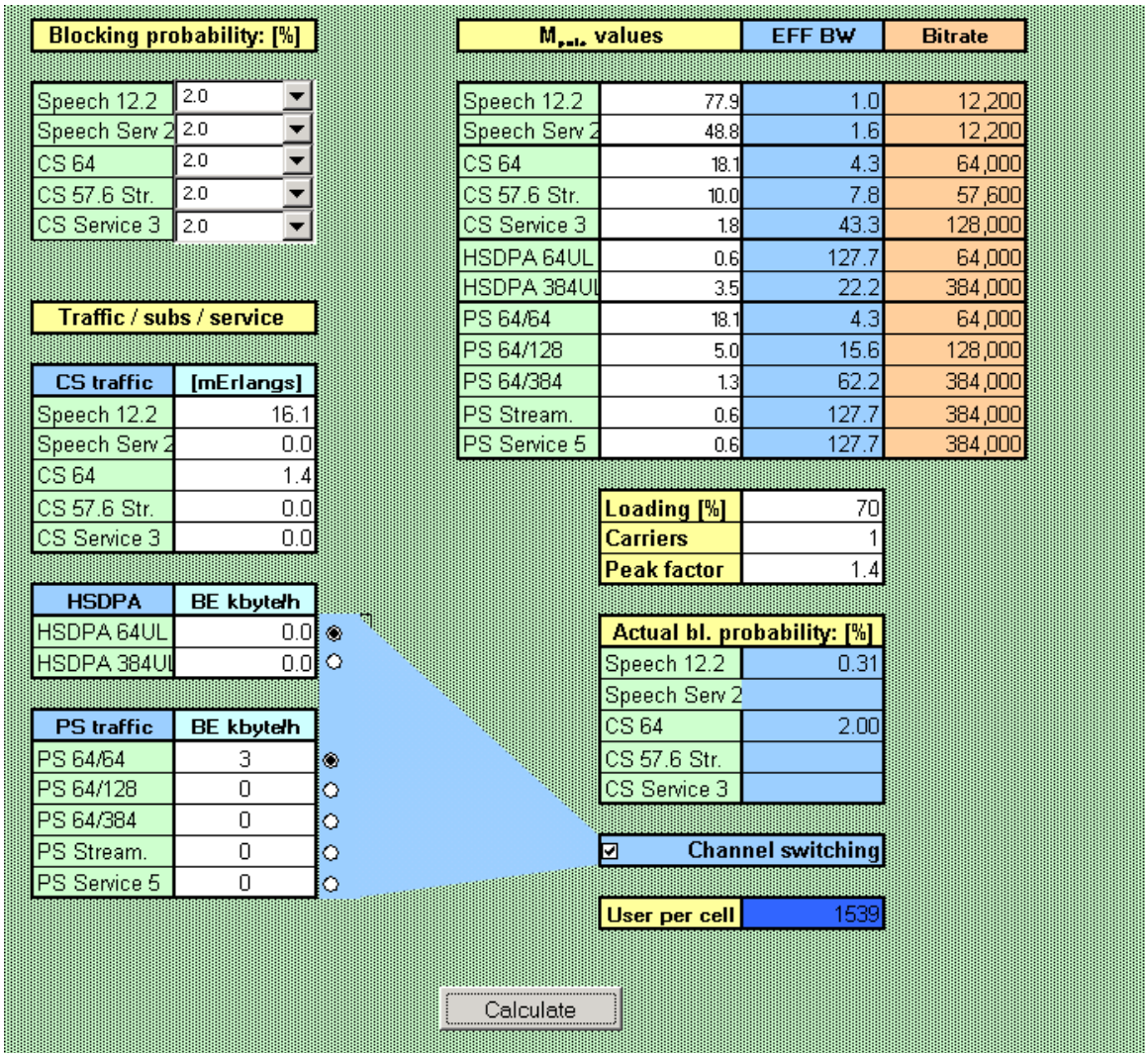
- R99 PS Trafic requirements:

Average Sub R99 UL PS Trafic = 3.75 * 80% = 3Kbyte/h
Average Sub R99 DL PS Trafic = 37.5 * 80% = 30Kbyte/h
Les valeurs peuvent être utilisées pour la première étape du dimensionnement.

6-6 Le processus du dimensionnement première étape

Le calculateur de charge de la cellule RNPT peut être utilisé pour trouver le nombre maximum d'utilisateurs qui supportent 70% en voix montante en charge comme illustré dans la Figure 6-9 ci-dessous.

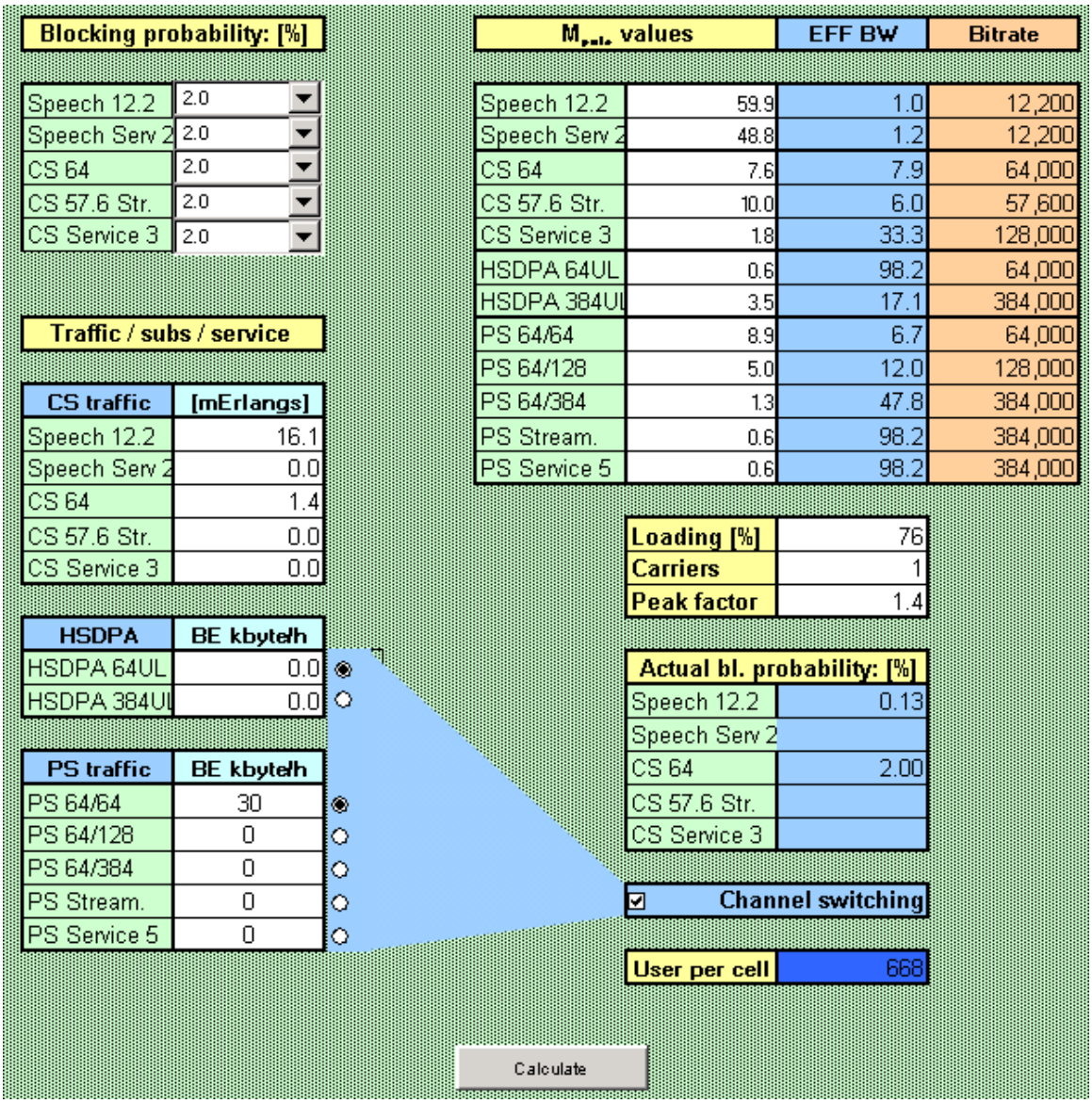
Figure 6-9 Abonnés servis avec 70% UL load



Ce logiciel nous permet d'avoir 1539 abonnés par cellule. Cependant nous avons 10000 abonnés à servir, donc nous avons l'équation suivante : 10000/1539 = 6.49 cellules, c'est-à-dire nous avons besoin de 7 cellules ou 3 sites avec 3-secteurs.

Le nombre d'abonnés supportaient à 76% en voix descendante en charge avec le calculateur de charge de la cellule RNPT, les valeurs du Mpole comme illustré dans la Figure 6-10 ci-dessous.

Figure 6-10 Abonnés servi avec 76% DL load



Blocking probability: [%]	
Speech 12.2	2.0
Speech Serv 2	2.0
CS 64	2.0
CS 57.6 Str.	2.0
CS Service 3	2.0

Traffic / subs / service	
CS traffic	[mErlangs]
Speech 12.2	16.1
Speech Serv 2	0.0
CS 64	1.4
CS 57.6 Str.	0.0
CS Service 3	0.0
HSDPA	BE kbyte/h
HSDPA 64UL	0.0
HSDPA 384UL	0.0
PS traffic	BE kbyte/h
PS 64/64	30
PS 64/128	0
PS 64/384	0
PS Stream.	0
PS Service 5	0

$M_{pol.}$ values		EFF BW	Bitrate
Speech 12.2	59.9	1.0	12,200
Speech Serv 2	48.8	1.2	12,200
CS 64	7.6	7.9	64,000
CS 57.6 Str.	10.0	6.0	57,600
CS Service 3	1.8	33.3	128,000
HSDPA 64UL	0.6	98.2	64,000
HSDPA 384UL	3.5	17.1	384,000
PS 64/64	8.9	6.7	64,000
PS 64/128	5.0	12.0	128,000
PS 64/384	1.3	47.8	384,000
PS Stream.	0.6	98.2	384,000
PS Service 5	0.6	98.2	384,000

Loading [%]	76
Carriers	1
Peak factor	1.4

Actual bl. probability: [%]	
Speech 12.2	0.13
Speech Serv 2	
CS 64	2.00
CS 57.6 Str.	
CS Service 3	

Channel switching

User per cell	668

Calculate

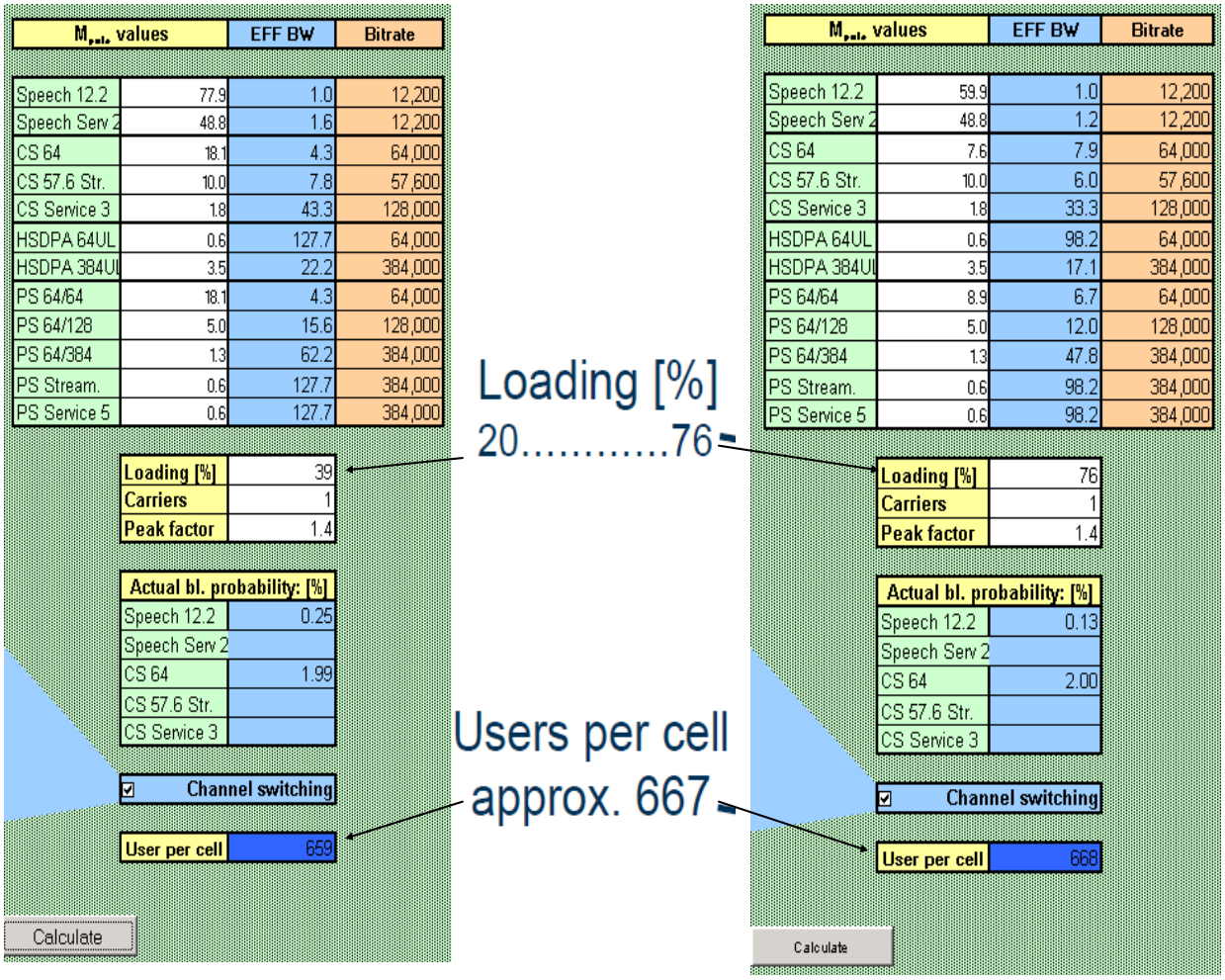
Ce logiciel nous permet d'avoir 668 abonnés par cellule. Cependant nous avons 10000 abonnés à servir, donc nous avons l'équation suivante : 10000/668 = 14.9 cellules, c'est-à-dire nous avons besoins de 15 cellules ou 5 sites avec 3-secteurs.

Selon cette étude nous avons besoin au moins de 5 sites avec 3-secteurs ou 15 cellules. Chaque cellule doit servir 10000/15 = 666.6 c'est-à-dire 667 Abonnés par cellule.

6-7 Le processus du dimensionnement deuxième étape

Le RNPT Cell Load calculator de la page 'outils' nous permet aussi d'estimer le UL et DL de charge d'une cellule selon le nombre des abonnés. Pour obtenir le résultat on doit saisir le nombre des abonnés en charge par cellule pour égaliser le UL et DL.
Voir la figure 6-11 ci-dessous.

Figure 6-11 estimation charge UL/DL



M_{pub} values		EFF BW	Bitrate
Speech 12.2	77.9	1.0	12,200
Speech Serv 2	48.8	1.6	12,200
CS 64	18.1	4.3	64,000
CS 57.6 Str.	10.0	7.8	57,600
CS Service 3	1.8	43.3	128,000
HSDPA 64UL	0.6	127.7	64,000
HSDPA 384UL	3.5	22.2	384,000
PS 64/64	18.1	4.3	64,000
PS 64/128	5.0	15.6	128,000
PS 64/384	1.3	62.2	384,000
PS Stream.	0.6	127.7	384,000
PS Service 5	0.6	127.7	384,000

Loading [%]	39
Carriers	1
Peak factor	1.4

Actual bl. probability: [%]	
Speech 12.2	0.25
Speech Serv 2	
CS 64	1.99
CS 57.6 Str.	
CS Service 3	

☑ Channel switching

User per cell	659

M_{pub} values		EFF BW	Bitrate
Speech 12.2	59.9	1.0	12,200
Speech Serv 2	48.8	1.2	12,200
CS 64	7.6	7.9	64,000
CS 57.6 Str.	10.0	6.0	57,600
CS Service 3	1.8	33.3	128,000
HSDPA 64UL	0.6	98.2	64,000
HSDPA 384UL	3.5	17.1	384,000
PS 64/64	8.9	6.7	64,000
PS 64/128	5.0	12.0	128,000
PS 64/384	1.3	47.8	384,000
PS Stream.	0.6	98.2	384,000
PS Service 5	0.6	98.2	384,000

Loading [%]	76
Carriers	1
Peak factor	1.4

Actual bl. probability: [%]	
Speech 12.2	0.13
Speech Serv 2	
CS 64	2.00
CS 57.6 Str.	
CS Service 3	

☑ Channel switching

User per cell	668

Avec 5 sites 3-secteur chacun le UL en charge est 39% le DL en charge est 76%. C'est-à-dire nous avons 667 abonnés approximativement.

6-8 Le processus du dimensionnement troisième étape (interférence UL-5sites)

Figure 6-12 les pertes pour UL budget

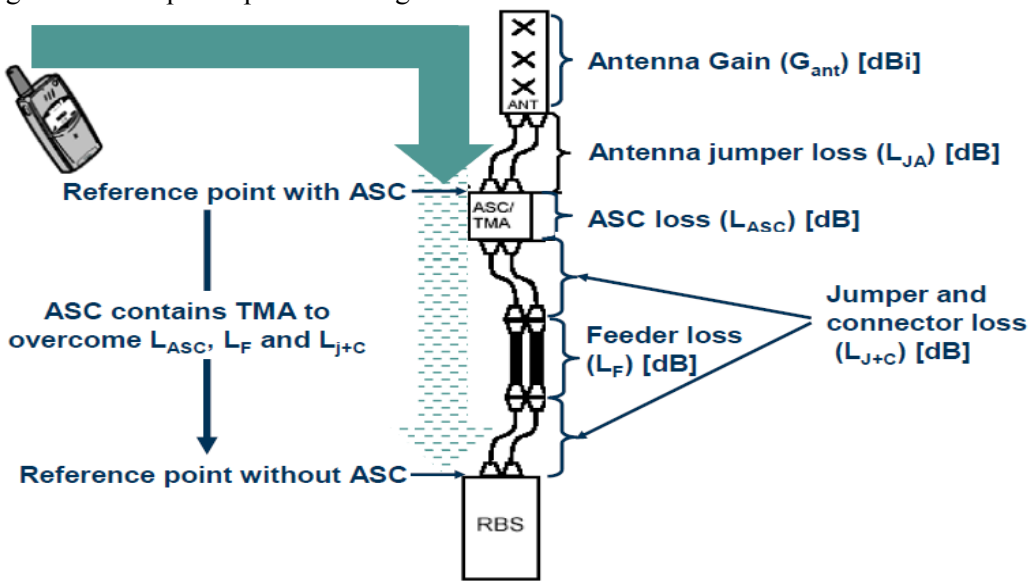
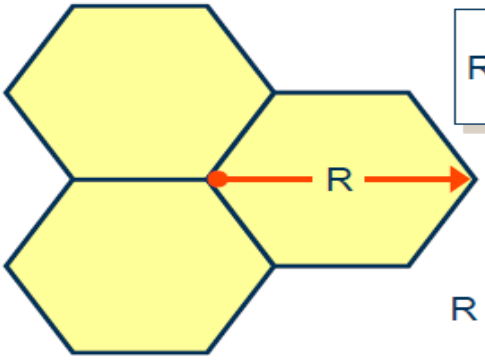


Figure 6-13 les pertes de Link budget recommandé par Ericsson

Loss Type	Description	Notation	Value [dB]
Body loss	Handheld speech	L_{BL}	3
	Handheld (lap-palmtop), data	$L_{BL,data}$	0
Car penetration loss	Covered car, without external antenna	L_{CPL}	6
Building penetration loss	Dense urban	L_{BPL}	18
	Urban		16
	Suburban		10
	Rural		6
ASC loss	Loss attributed to the ASC in the downlink	L_{ASC}	0.2
Jumper & connector loss	Jumper and connectors between ASC and RBS	L_{J+C}	1
Antenna jumper loss	Jumper between ASC and antenna	L_{JA}	0.2
Feeder loss	LCF ½" loss per 100m	L_F	11
	LCF 7/8" loss per 100m		6.3
	LCF 1-1/4" loss per 100m		4.6
	LCF 1-5/18" loss per 100m		3.8

Après le UL marge d' interférence margin il faut calculer la surface d'action (range) de la cellule, nous utilisons la formule comme illustrer dans la Figure 6-12 ci-dessous

Figure 6-14 calcule du champ de la cellule



$$R = \sqrt{\frac{8xCoverage\ Area}{15.59xN_{sites}}}\ [km]$$

$$R = \sqrt{\frac{8x}{15.59x__}} = _____\ km$$

Coverage area = 9 Km, Nsites = 5

Donc la réponse est 0.96 Km pour chaque cellule.

Nous allons utiliser la surface de la cellule dans le calcul de UL outils dans la page de RNPT 'link budgets', pour obtenir le maximum interférence margin de l'UL en plein charge comme illustrer dans figure 6-13 ci-dessous.

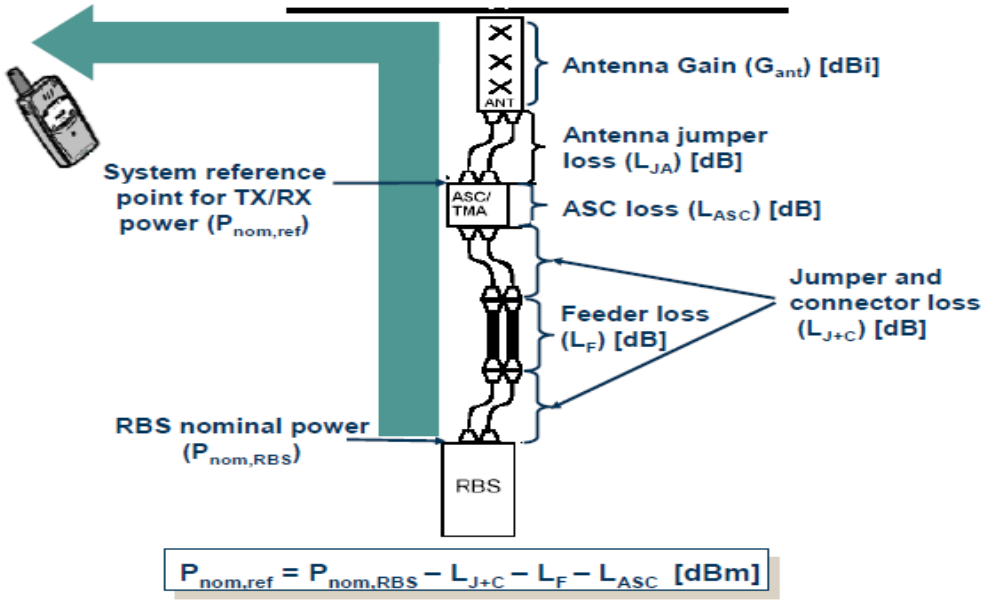
Figure 6-15 calcule pour interférence margin UL

Area type	Urban											
Channel model	TU 3											
Propagation model	Okumura - Hata											
Number of cells	3											
Service type	Speech 12.2	Speech Serv 2	CS 64	CS 57.6 Str.	CS Service 3	HSDPA/EDCH	—	PS 64/64	PS 64/128	PS 64/384	PS Stream.	PS Service 5
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Eb/No	4.8	10.0	2.9	2.7	10.0	-10.0	3.0	2.7	2.7	2.7	3.9	10.0
User rate	15600	15600	67400	61000	131400	3400	387400	67400	67400	67400	19400	67400
RBS Sensitivity	-125.25	-120.05	-120.79	-121.42	-110.79	-146.66	-113.10	-120.99	-120.99	-120.99	-125.20	-113.69
Cell range	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
BS antenna height	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MS antenna height	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Okumura - Hata: A parameter	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1	165.1
a(Hm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
a (a + b log10(d)) [d in km]	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00
b (a + b log10(d)) [d in km]	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Path loss	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06	134.06
Mobile station output power	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Soft handover gain uplink	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Power control margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BS Antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jumper and connector loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Duplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uplink polarization loss (Slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LNF margin	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	0	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426
Interference margin	5.74	0.54	4.29	4.92	0.00	38.40	0.00	4.49	4.49	4.49	8.69	0.00
Results of selected services		-		-	-	-	-		-	-	-	-
Selected/NotSelected	5.74	Notselected	4.29	Notselected	Notselected	Notselected	Notselected	4.49	Notselected	Notselected	Notselected	Notselected
Maximum interference margin	**4.29**											
Equivalent R99 Load	**62.73**											

Maximum interférence margin = 4.29 c'est-à-dire 62.73%, on a 5 site chacun 3-secteur supporte au maximum 62.73% UL de charge.

6-9 Le processus du dimensionnement quatrième étape (CPICH power-5sites)

Figure 6-16 les pertes pour DL budget



Les calcules pour DL budget sont effectués pour s'assurer que les valeurs ne dépassent pas les limites suivantes :

1. CPICH power ($P_{CPICH,ref} \leq 0.1\ P_{nom,ref}$)
2. Total power ($P_{tot,ref} \leq 0.75\ P_{nom,ref}$)
3. DCH power ($P_{DCH,ref} \leq 0.3\ P_{nom,ref}$)

$P_{nom,ref}$ est la puissance nominal de RBS dans le système (point référence).

$P_{CPICH,ref}$ est la puissance de CPICH dans le système (point référence).

$P_{tot,ref}$ est la puissance moyenne totale de la sortie dans le système (point référence).

$P_{DCH,ref}$ est la puissance maximum allouée à un seul utilisateur.

Le calcul de la puissance CPICH peut être effectué en utilisant la section 'CPICH power calculation' dans la page de RNPT 'link budgets' comme illustrer dans la Figure 6-17 ci-dessous.

Figure 6-17 calcule de la puissance CPICH

CPICH power calculations	
Balanced UL range / Final range	0.96
Balanced max. UL path loss	134.06
Thermal noise power density	-174.0
Noise figure UE	7.0
Chip rate	3.8
Ec/No for CPICH	-18.0
UE sensitivity	-119.1
BS antenna gain	18.0
Feeder loss	1.9
Jumper and connector loss	1.0
ASC insertion loss	0.2
Body loss for CPICH	3.0
Building penetration loss	16.0
Car penetration loss	0.0
Duplexer and diplexer losses	0.0
Antenna jumper loss	0.2
Downlink polarization loss (Slant)	0.0
Mobile station antenna gain	0.0
DL LNF margin (HHO)	8.4
DL PC margin	0.0
DL MARGIN	9.6
Max. power at syst. Ref. Point	9.8
DL Interference margin	3.3
Received Signal Code Power (dB	-115.9
CPICH power [dBm]	27.8
CPICH power [W]	0.61
Average CCH power [W]	1.52
Peak CCH power [W]	3.54
CPICH power / Ptotal ref.	6.16%
Average CCH power / Ptotal ref.	15.52%
Peak CCH power / Ptotal ref.	36.01%

$P_{CPICH,ref}/P_{nom,ref}$ = 6.16% = test reussit parce que le résultat ne dépasse pas les 10%

La puissance nominal dans un point référence ($P_{nom,ref}$) dans l'exemple de la figure 6-17 ci-dessus est calculé en bas :

$P_{nom,ref} = P_{nom,RBS} - L_{J+C} - L_F - L_{ASC}$ (dBm)

$P_{nom,RBS}$ = 20W = 43 dBm

$P_{nom,ref}$ = 43- 1 – 1.9 – 0.2 = 39.9 dBm = 9.8 W

Dans l'exemple de la figure 6-14 en haut le $P_{CPICH,ref}$ pour une cellule urbaine de superficie de 0.96 Km est 27.8 dBm ou 0.61 W.

Pour cela $P_{CPICH,ref}/P_{nom,ref}$ = 0,61/9.8 = 0.062 ou 6.2 % (représenté comme 6.16 % dans la figure 6-17 en haut).

6-10 Le processus du dimensionnement cinquième étape(Puissance total- 5sites)

Le calcul de la puissance total DL peut être effectué en utilisant la section 'DL total power calculations' dans la page de RNPT 'link budgets' comme illustrer dans la Figure 6-18 ci-dessous.

Figure 6-18 calcule de la puissance totale

DL total power calculations												
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure UE	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
User rate (DL)	19600	19600	67400	61000	131400	128000	128000	67400	131400	387400	67400	387400
Eb/No	7.2	10.0	7.1	6.1	10.0	8.4	8.4	6.4	5.7	6.4	5.3	10.0
UE sensitivity	-117.8	-115.0	-111.6	-113.0	-105.8	-117.5	-117.5	-112.3	-110.1	-104.7	-113.4	-101.1
BS antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Jumper and connector loss	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ASC insertion loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duplexer and diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Antenna jumper loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Downlink polarization loss (slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DL LNF margin (SHO)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
DL PC margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
DL MARGIN	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
DL load	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
DL Mpole	59.9	31.8	7.6	10.6	2.2	27.4	27.4	8.9	5.4	1.8	11.5	1.0
DL Number of cells	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Area factor	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495
DL DTX gain	102.00%	102.00%	5.00%	6.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.00%	2.00%	1.00%	6.00%	0.00%
FF comp	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220
gamma (C/I)	0.0118	0.0226	0.0962	0.0685	0.3839	0.0259	0.0259	0.0811	0.1399	0.4892	0.0630	1.1320
Noise (No*W*NF)	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Tabulated integral (phi)	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103
SHO	1.105	1.100	1.062	1.076	0.909	1.098	1.098	1.070	1.041	0.901	1.079	0.724
H (noise term)	1.41065E-14	1.42026E-14	1.39835E-14	1.41039E-14	1.43642E-14	1.40267E-14	1.40267E-14	1.39029E-14	1.41665E-14	1.44769E-14	1.40965E-14	1.48335E-14
Used average CCH power	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
Total DL power	17.37	18.05	12.12	12.17	12.28	12.14	12.14	12.03	12.20	12.33	12.17	12.47
Selected Total DL power	17.37	Not selecte	12.12	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte	12.03	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte
Maximum total DL power [W]	17.97											
Maximum total DL power [dBm]	42.54											
Max. total DL power / Ptotal ref.	183.00%											

Dans cette surface et cette charge, la puissance totale échoue.

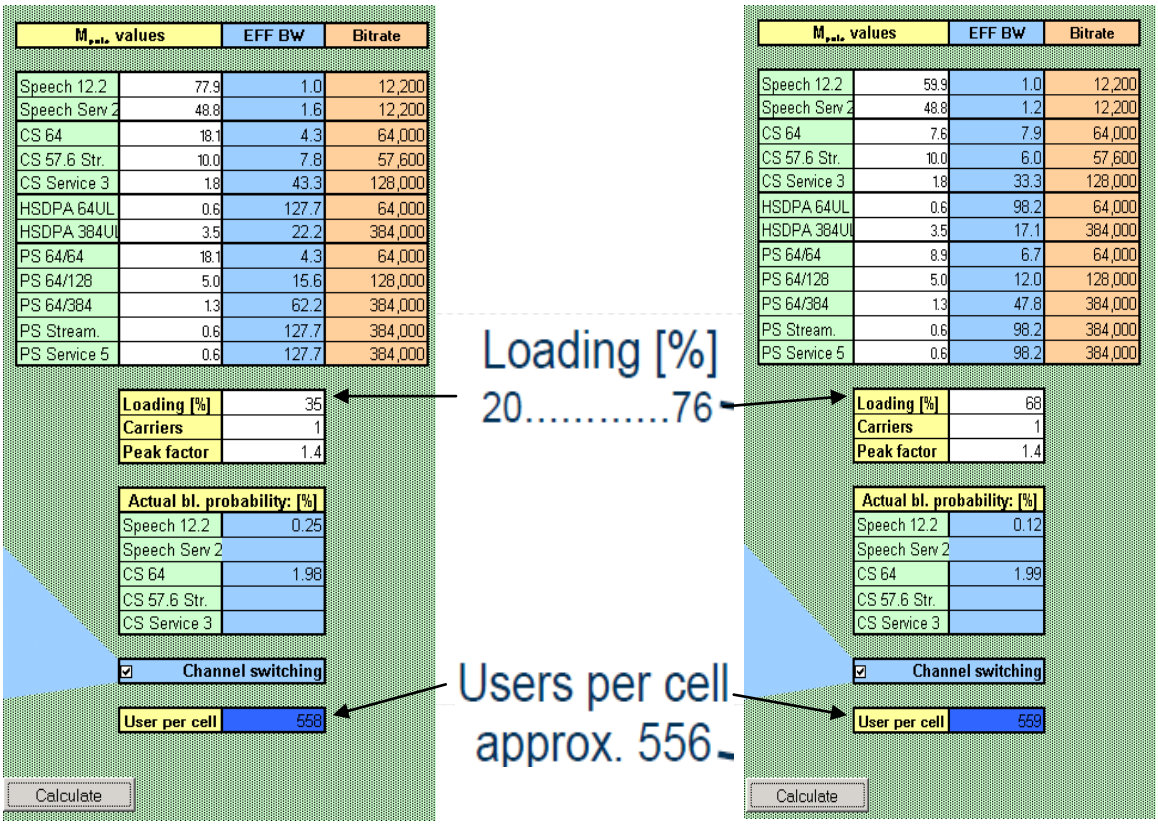
Le maximum $P_{tot,ref}$ pour une cellule urbaine avec une superficie de 0.96 Km et 17.97 W pour tous les canaux vocaux. Donc $P_{tot,ref}/P_{nom,ref}$ = 17.97/9.8 = 1.83 ou 183 % > 75 % donc le test a échoué.

6-11 augmenter les nombres des sites de 5 à 6

Malheureusement le besoin de la puissance totale pour un nombre donné de sites et de charges a dépassé les limites de 75 % de **P**nom,ref. Si le nombre de sites a augmenté, la surface de cellule et la charge vont réduire le besoin de la puissance totale. Le nombre de sites doit être augmenté dans la première étape et le processus de dimensionnement de l'étape 2 -5.
(5+1) = 6 sites*3-secteurs = 18 cellules = 10000/18 = 556 abonné/cellule.

6-12 Le processus du dimensionnement deuxième étape(charge de cellules-6sites)

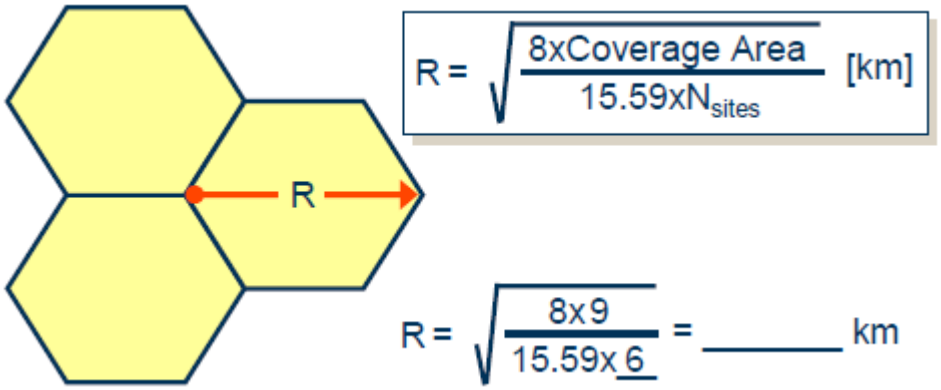
Figure 6-19 estimation charge UL/DL



Avec 6 sites 3-secteur chacun, le UL en charge est de 35%. Le DL en charge est de 68%. C'est-à-dire nous avons 556 abonnés approximativement.

6-13 Le processus du dimensionnement troisième étape(UL interférence-6sites)

Figure 6-20 le calcule du champ de cellule (6 sites)



Coverage area = 9 Km **N**sites = 6, d'après le calcule on a 0.88 Km

Figure 6-21 UL interference margin (6sites)

Area type	Urban											
Channel model	TU 3											
Propagation model	Okumura - Hata											
Number of cells	3											
Service type	Speech 12.2	Speech Serv 2	CS 64	CS 57.6 Str.	CS Service 3	HSDPA/EDCH	—	PS 64/64	PS 64/128	PS 64/384	PS Stream.	PS Service 5
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Eb/No	4.8	10.0	2.9	2.7	10.0	4.0	3.0	2.8	2.7	2.7	3.9	10.0
User rate	19600	19600	67400	61000	131400	67400	387400	67400	67400	67400	19400	67400
RBS Sensitivity	-125.25	-120.05	-120.79	-121.42	-110.79	-119.69	-113.10	-120.89	-120.99	-120.99	-125.20	-113.69
Cell range	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
BS antenna height	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MS antenna height	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Okumura - Hata: A parameter	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1
a(Hm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
a (a + b log10(d)) (d in km)	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00
b (a + b log10(d)) (d in km)	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Patlo	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73	132.73
Mobile station output power	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Soft handover gain uplink	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Power control margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BS Antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jumper and connector loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Duplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uplink polarization loss (Slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LNF margin	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425	7.5425
Interference margin	7.07	1.81	5.62	6.25	-4.38	4.52	-2.08	5.72	5.82	5.82	10.03	-1.48
Results of selected services												
Interference margin	7.07	Notselected	5.62	Notselected	Notselected	Notselected	Notselected	5.72	Notselected	Notselected	Notselected	Notselected
Maximum interference margin	**5.62**											
Equivalent R99 Load	**72.57**											

Maximum interférence margin = 5.62 c'est-à-dire 72.57%, on a 6 sites chacun 3-secteur supporte au maximum 72.57% UL de charge.

6-14 Le processus du dimensionnement quatrième étape(CPICH power-6sites)

Figure 6-22 calcule de la puissance CPICH

CPICH power calculations	
Balanced UL range / Final range	0.88
Balanced max. UL path loss	132.73
Thermal noise power density	-174.0
Noise figure UE	7.0
Chip rate	3.8
Ec/No for CPICH	-18.0
UE sensitivity	-119.1
BS antenna gain	18.0
Feeder loss	1.9
Jumper and connector loss	1.0
ASC insertion loss	0.2
Body loss for CPICH	3.0
Building penetration loss	16.0
Car penetration loss	0.0
Duplexer and diplexer losses	0.0
Antenna jumper loss	0.2
Downlink polarization loss (Slant)	0.0
Mobile station antenna gain	0.0
DL LNF margin (HHO)	8.4
DL PC margin	0.0
DL MARGIN	9.6
Max. power at syst. Ref. Point	9.8
DL Interference margin	4.0
Received Signal Code Power (dB	-115.1
CPICH power [dBm]	27.2
CPICH power [W]	0.53
Average CCH power [W]	1.33
Peak CCH power [W]	3.09
CPICH power / Ptotal ref.	5.40%
Average CCH power / Ptotal ref.	13.59%
Peak CCH power / Ptotal ref.	31.52%

PCPICH,ref/**P**nom,ref = 5.40% = le test accepté parce que le résultat ne dépasse pas les 10%.

PCPICH,ref/**P**nom,ref = 0,53/9.8 = 0.0540 ou 5.40 % (représenté comme 5.40 % dans la figure 6-22 en haut).

6-15 Le processus du dimensionnement cinquième étape(puissance total-6sites)

Figure 6-23 le calcule de la puissance totale (6sites)

DL total power calculations												
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure UE	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
User rate (DL)	19600	19600	67400	61000	131400	128000	128000	67400	131400	367400	67400	367400
Eb/No	7.2	10.0	7.1	6.1	10.0	8.4	8.4	6.4	5.7	6.4	5.3	10.0
UE sensitivity	-117.8	-115.0	-111.6	-113.0	-105.8	-117.5	-117.5	-112.3	-110.1	-104.7	-113.4	-101.1
BS antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Jumper and connector loss	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ASC insertion loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duplexer and diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Antenna jumper loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Downlink polarization loss (Slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DL LNF margin (SHO)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
DL PC margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
DL MARGIN	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
DL load	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
DL Mpole	59.9	31.8	7.6	10.6	2.2	27.4	27.4	8.9	5.4	1.8	11.5	1.0
DL Number of cells	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Area factor	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495
DL DTX gain	102.00%	102.00%	5.00%	6.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.00%	2.00%	1.00%	6.00%	0.00%
FF comp	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220
gamma (C/I)	0.0118	0.0226	0.0962	0.0685	0.3839	0.0253	0.0253	0.0811	0.1399	0.4892	0.0630	1.1320
Noise (No*W*NF)	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Tabulated integral (phi)	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103
SHO	1.105	1.100	1.062	1.076	0.939	1.098	1.098	1.070	1.041	0.901	1.079	0.724
H (noise term)	1.26212E-14	1.27076E-14	1.25117E-14	1.26192E-14	1.28622E-14	1.25502E-14	1.25502E-14	1.24394E-14	1.26749E-14	1.2953E-14	1.26118E-14	1.32721E-14
Used average CCH power	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
Total DL power	9.91	9.95	7.02	7.04	7.10	7.03	7.03	7.00	7.06	7.12	7.04	7.19
Selected Total DL power	9.91	Not selecte	7.02	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte	7.00	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte
Maximum total DL power [W]	9.91											
Maximum total DL power [dBm]	39.96											
Max. total DL power / Ptotal ref.	100.91%											

Dans cette surface et cette charge la puissance totale a échouée.

Donc $P_{tot,ref}/P_{nom,ref} = 9.91/9.8 = 1.011$ ou 101.1 % > 75 % donc le test a échoué.

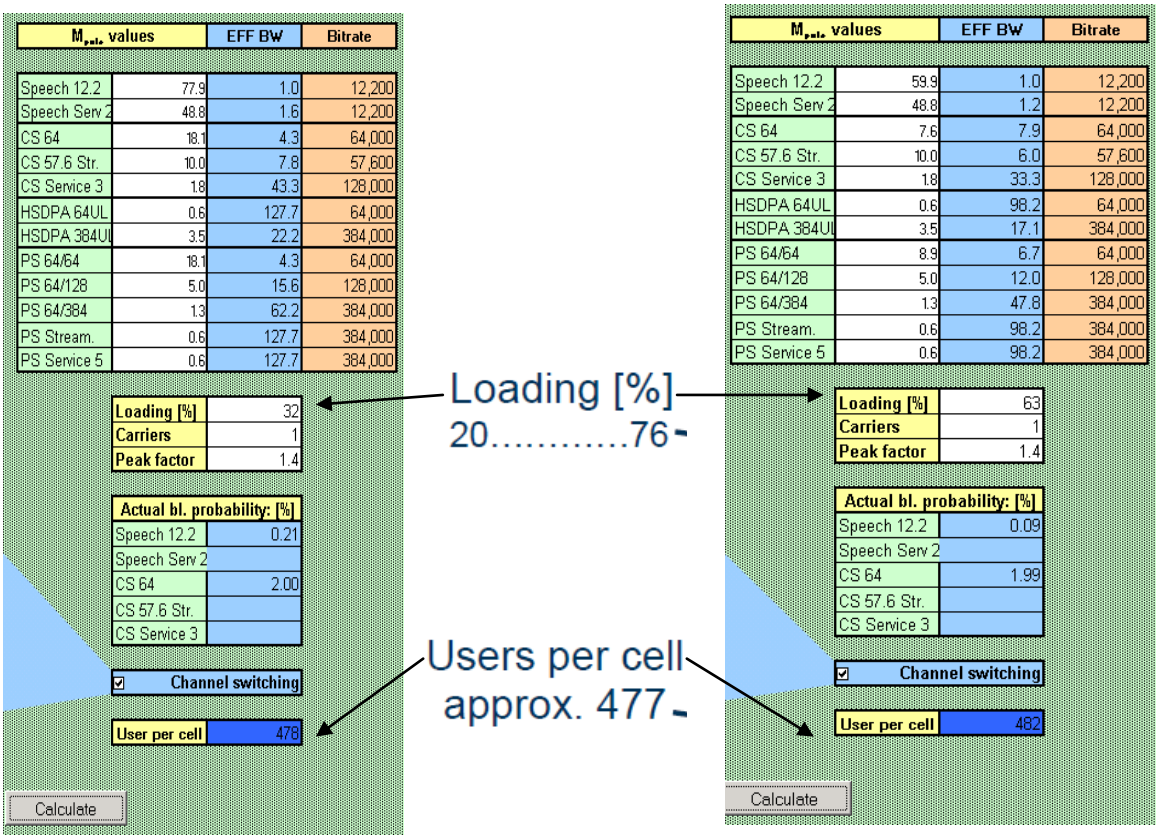
Représenté comme 100.9 dans la figure 6-23 ci-dessus).

6-16 augmenter les nombres des sites de 6 à 7

Malheureusement le besoin de la puissance totale pour le nombre donné de sites et de charges ont dépassé les limites de 75 % de **P**nom,ref. Si le nombre de sites est augmenté, la surface de cellule et de charge va réduire le besoin de la puissance totale. Le nombre de sites doit être augmenté dans la première étape et le processus de dimensionnement de l'étape 2 -5.
(6+1) = 7 sites*3-secteurs = 21 cellules = 10000/21 = 477 abonné/cellule.

6-17 Le processus du dimensionnement deuxième étape(charge de cellules-7sites)

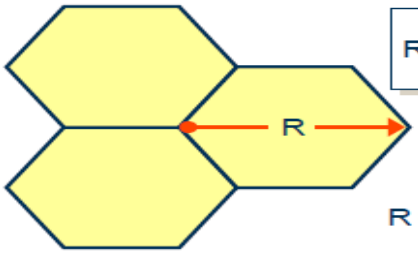
Figure 6-24 estimation charge UL/DL



Avec 7 sites 3-secteur chacun, Le UL en charge est de 32% le DL en charge est de 63%. C'est-à-dire nous avons 477 abonnés approximativement.

6-18 Le processus du dimensionnement troisième étape(UL interférence-7sites)

Figure 6-25 le calcule du champ de cellule (7 sites)



$$R = \sqrt{\frac{8x\text{Coverage Area}}{15.59xN_{sites}}} \quad [km]$$

$$R = \sqrt{\frac{8x9}{15.59x7}} = _____ \text{ km}$$

Coverage area = 9 Km **N**sites = 7, d'après le calcule on a 0.81 Km

Figure 6-26 UL interference margin (7sites)

Area type	Urban											
Channel model	TU 3											
Propagation model	Okumura - Hata											
Number of cells	3											
Service type	Speech 12.2	peech Serv	CS 64	CS 57.6 Str.	CS Service 3	HSDPA/EDCH	---	PS 64/64	PS 64/128	PS 64/384	PS Stream.	PS Service 5
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Eb/No	4.8	10.0	2.9	2.7	10.0	4.0	3.0	2.8	2.7	2.7	3.9	10.0
User rate	15600	15600	67400	61000	131400	67400	387400	67400	67400	67400	19400	67400
RBS Sensitivity	-125.25	-120.05	-120.79	-121.42	-110.79	-119.69	-113.10	-120.89	-120.99	-120.99	-125.20	-113.69
Cell range	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
BS antenna height	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MS antenna height	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Okumura - Hata: A parameter	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1	155.1
a(Hm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
a (a + b log10(d)) [d in km]	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00	134.00
b (a + b log10(d)) [d in km]	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22	35.22
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Pathloss	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46	131.46
Mobile station output power	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Soft handover gain uplink	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Power control margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BS Antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jumper and connector loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Duplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uplink polarization loss (Slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LNF margin	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426	7.5426
Interference margin	8.34	3.14	6.89	7.52	-3.11	5.79	-0.81	6.99	7.09	7.09	11.29	-0.21
Results of selected services												
Interference margin	8.34	Not selected	6.89	Not selected	Not selected	Not selected	Not selected	6.99	Not selected	Not selected	Not selected	Not selected
Maximum interference margin	**6.89**											
Equivalent R99 Load	**79.51**											

Maximum interférence margin = 6.89 c'est-à-dire 79.51%, on a 7 sites chacun 3-secteur qui supporte maximum 79.51% UL en charge.

6-19 Le processus du dimensionnement quatrième étape(CPICH power-7sites)

Figure 6-27 le calcule de la puissance CPICH (7sites)

CPICH power calculations	
Target range	0.81
Balanced max. UL path loss	131.46
Thermal noise power density	-174.0
Noise figure UE	7.0
Chip rate	3.8
Ec/No for CPICH	-18.0
UE sensitivity	-119.1
BS antenna gain	18.0
Feeder loss	1.9
Jumper and connector loss	1.0
ASC insertion loss	0.2
Body loss for CPICH	3.0
Building penetration loss	16.0
Car penetration loss	0.0
Duplexer and diplexer loss	0.0
Antenna jumper loss	0.2
Downlink polarization loss (Slant)	0.0
Mobile station antenna gain	0.0
DL LNF margin (HHO)	8.4
DL PC margin	0.0
DL MARGIN	9.6
Max. power at syst. Ref. Point	9.8
DL Interference margin	4.8
Received Signal Code Power (dBm)	-114.3
CPICH power [dBm]	26.8
CPICH power [W]	0.48
Average CCH power [W]	1.20
Peak CCH power [W]	2.78
CPICH power / Ptotal ref.	4.86%
Average CCH power / Ptotal ref.	12.22%
Peak CCH power / Ptotal ref.	28.36%

$P_{CPICH,ref}/P_{nom,ref}$ = 4.86% = test réussit parce que la valeur ne dépasse pas 10%

$P_{CPICH,ref}/P_{nom,ref}$ = 0,48/9.8 = 0.0489 ou 4.89 % (représenté comme 4.86 % dans la figure 6-27 en haut).

6-20 Le processus du dimensionnement cinquième étape(puissance total-7sites)

Figure 6-28 le calcule de la puissance totale (7sites)

DL total power calculations												
Thermal noise power density	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0	-174.0
Noise figure UE	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
User rate (DL)	19600	19600	67400	610000	131400	128000	128000	67400	131400	387400	67400	387400
Eb/No	7.2	10.0	7.1	6.1	10.0	8.4	8.4	6.4	5.7	6.4	5.3	10.0
UE sensitivity	-117.8	-115.0	-111.6	-113.0	-105.8	-117.5	-117.5	-112.3	-110.1	-104.7	-113.4	-101.1
BS antenna gain	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Feeder loss	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Jumper and connector loss	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ASC insertion loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Body loss	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Building penetration loss	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Car penetration loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duplexer and diplexer loss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Antenna jumper loss	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Downlink polarization loss (Slant)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mobile station antenna gain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DL LNF margin (SHO)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
DL PC margin	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
DL MARGIN	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
DL load	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
DL Mpole	53.3	31.8	7.6	10.6	2.2	27.4	27.4	8.9	5.4	1.8	11.5	1.0
DL Number of cells	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Area factor	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495	0.6495
DL DTX gain	102.00%	102.00%	5.00%	6.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.00%	2.00%	1.00%	6.00%	0.00%
FF comp	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220	1.1220
gamma (C/I)	0.0118	0.0226	0.0362	0.0685	0.3833	0.0253	0.0253	0.0811	0.1393	0.4832	0.0630	1.1320
Noise (No*W*NF)	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14	7.70209E-14
Attenuation A	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69	134.69
Attenuation B	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
Tabulated integral (phi)	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103	1.103
SHO	1.105	1.100	1.062	1.076	0.939	1.098	1.098	1.070	1.041	0.901	1.079	0.724
H (noise term)	1.16931E-14	1.17732E-14	1.15917E-14	1.16914E-14	1.19072E-14	1.16274E-14	1.16274E-14	1.15247E-14	1.17429E-14	1.20006E-14	1.16845E-14	1.22962E-14
Used average CCH power	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Total DL power	6.68	6.70	4.35	4.36	5.00	4.35	4.35	4.34	4.37	5.01	4.36	5.05
Selected Total DL power	6.68	Not selecte	4.35	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte	4.34	Not selecte	Not selecte	Not selecte	Not selecte
Maximum total DL power [W]	6.68											
Maximum total DL power [dBm]	38.25											
Max. total DL power / Ptotal ref.	68.01%											

Dans cette surface et cette charge la puissance total est réussit.

Donc $P_{tot,ref}/P_{nom,ref} = 6.68/9.8 = 0.681$ ou 68.1 % < 75 % donc le test est réussit.

Représenté comme 68.01 % dans la figure 6- 28 ci-dessus).

6-21 Le processus du dimensionnement sixième étape(Puissance de DCH-7Sites)

Figure 6-29 le calcule de la puissance DCH

DL DCH power calculations												
alpha	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
F	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
DL DCH Interference margin	5.03	5.04	6.27	6.28	14.56	6.27	6.27	6.26	6.28	35.15	6.28	35.19
DL DCH power	0.57	1.09	1.60	1.15	41.03	0.41	0.41	1.36	2.27	6046.71	1.06	13972.48
Selected DL DCH power	0.57	Not selected	1.60	Not selected	Not selected	Not selected	Not selected	1.36	Not selected	Not selected	Not selected	Not selected
Maximum DL DCH power [W]	1.60											
Maximum DL DCH power [dBm]	32.04											
Max. DL DCH power / Ptotal ref.	16.28%											

$P_{DCH,ref}/P_{nom,ref}$ = 16.28 % = test a réussi.

$P_{DCH,ref}/P_{nom,ref}$ = 1.60/9.8 = 0.163 ou 16.3 % (représente comme 16.28 % dans la figure 6- 29 ci-dessus).

donc on a 16.28 % < 30 % de $P_{nom,ref}$.

Conclusion

Le premier réseau du téléphone mobile installé au Liban est le GSM (2G). Ce système a une capacité limitée, la technique d'accès du GSM utilise la technologie TDMA et la technologie FDMA.
Cette technologie consiste à repartir les communications dans le temps selon des intervalles dits Time Slot et selon le changement de fréquence.
A la fin de 2011 le réseau avait besoin d'être modernisé. Le choix s'est porté sur le système 3G (HSxPA). Ce système a l'avantage d'avoir une grande capacité audio et vidéo.
Le système 3G fonctionne avec une seule fréquence qui se répète sur tout le territoire, chaque station attribue un code unique à chaque utilisateur avec une bande passante de 5MHZ. Je faisais partie du groupe du 3G.
La première chose que nous avons faite est le Site Survey. Il y a deux types de sites survey. Au cas où le site existe déjà en 2G, il faut voir s'il y a un espace suffisant pour le nouvel NodeB et une alimentation électrique suffisante. Au cas où le site est vierge, il faut faire un plan général du site, sur ce plan on fixe les emplacements de NodeB, Micro-onde et les antennes avec l'azimut et le tilt. Aussi on défini le type de cellule (Macro cellule, Micro cellule et Pico cellule).
Lors de l'installation et selon l'étude effectuée pour tous les sites, nous installons le modèle de NodeB adéquat à chaque site. Le premier modèle de NodeB est le RBS 6601 station a distance, elle possède des RRU qui sont placés a proximité de chaque antenne et des MU (Main Unit) installées à l'intérieure. Le deuxième modèle de NodeB est le RBS 6201, c'est une station Macro à l'intérieur. Elle peut être équipée pratiquement avec n'importe quel système (GSM, WCDMA et LTE) qui peut être disponible pour toutes les fréquences communes. Elle est composée d'une seule armoire qui contient trois étagères, une radio (RU), une étagère source électrique (PSU) et une étagère de transport et climatisation du système. Le troisième modèle est le RBS 6102, station de base à l'extérieure. C'est une station similaire en tout point au RBS 6201, mais peut être installée en extérieur dans les sites où la superficie est réduite.
Une fois l'installation des stations finies, nous procédons à des Drive Test. Le Drive test est divisé en deux parties :

- SSV (Single Site Vérification), sert à tester chaque site séparément. Le but de ce contrôle est de nous montrer que la station fonctionne normalement de vérifie la couverture des stations, montre si le Scrambling Code (SC) de chaque cellule est correct de vérifie si le softer HandOver fonctionne bien et s'il y a une inversion (swapped feeder) dans les câbles coaxiaux.
- Cluster Drive Test, réalisé une fois le SSV Drive Test est finie, on commence le Cluster Drive Test. En effectuant le Cluster Drive Test, il est nécessaire de diviser le réseau radio

en plusieurs clusters. Les clusters ont une limite de taille. Le cluster comporte un nombre limité de sites. Pour des raisons pratiques et pour faciliter le travail.

Le dimensionnement est une étude qui consiste à assurer à toute personne à n'importe quel moment, d'avoir un accès au réseau sans aucune interruption durant la communication. Compte tenu de ce qui précède, nous avons mène une étude portant sur la zone Urbaine A, d'une superficie de 9Km, où 10000 usagers auront la possibilité de communiquer en même temps.

Dans une première phase, nous avons effectué les calculs concernant la moyenne du trafic voix des abonnés CS, la moyenne du trafic CS 64 des abonnés et la moyenne du trafic PS des abonnés.

Les valeurs obtenues nous serviront par la suite à alimenter le programme RNPT, qui nous permettons d'évaluer l'étendue de la couverture de chaque station, sachant que le trafic ne devrait pas dépasser 70% de la capacité totale en voie montante et 76% en voie descendante. Ces valeurs constitueront le seuil de référence pour toute étude.

Une analyse sera menée pour vérifier dans quelle mesure les stations installées pourront ou non assurer le service requis. Sinon, une station sera ajoutée et le calcul refait jusqu'à l'obtention d'un résultat satisfaisant.

Bibliographie

[1] : Xavier lagrange, Philippe Godlewski, Sami Tabbane, ‘Reseaux GSM ‘, Hermes Science Pubilications, Paris 2000.

[2] : http://stic.cnam.fr/elau/publi/terre/images/UMTS_V5.pdf

[3] : www.cnam.fr/elau.

[4] : Mohamed SIALA "Introduction au CDMA ", support de cours INDP3 2006

[5] : Ericsson " WCDMA radio design ", EN/LZT 1237628 R7A.

[6] : Réseaux GSM 5eme édition Xavier Lagrange

[7] : Ericsson Cell Planning Principles 2

[8] : Guide des Diviseurs et Sommateurs Gérard Gaunel

[9] : Ericsson « WCDMA Radio Network Tuning » LZT 123 8000 R3A.

[10] : http://www.umtsworld.com/technology/wcdma.htm

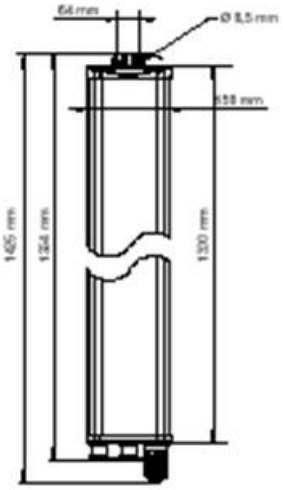
Annex 1: Equipements installés

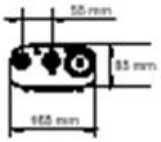
A1-1: Base station antenna

Rugged and lightweight
A rugged and durable lightweight design ensures easy installation and years of trouble-free operation. Long neck connectors simplify optional connector sealing.

Accessories
Mounting clamps for mast diameter 50-115 mm are included with the antenna.

Optional Accessories
- For mechanical downtilt mounting, use downtilt kit SXA 120 104/5 together with mounting clamps
- Ericsson interface RETU, KRY 121 67/1
- 3GPP/AISG2.0 interface RETU, KRY 121 67/2





Technical Specification for Ericsson Antenna KRE 101 2030/1			
Electrical specifications			
Polarization:	+45° and -45°		
Electrical downtilt range (adjustable):	0°-13°		
Frequency range:	1710-1880 MHz	1850-1990 MHz	1920-2170 MHz
Gain:	17.7 dBi	17.9 dBi	18.0 dBi
Horizontal half-power beam width:	65°	63°	61°
Vertical half-power beam width:	7.6°	7.1°	6.8°
Vertical side lobe suppression:	>15 dB		
Front-to-back ratio (power), 180 ±45°:	> 25 dB		
Isolation:	> 30 dB		
VSWR:	<1.5		
Impedance:	50 ohm		
Intermodulation IM3:	< -150 dBc (2 x 43 dBm carrier)		
Max power per input:	300 W		
Mechanical specification			
Main dimensions (HxWxD):	1300 x 158 x 85 mm		
Weight:	6.7 kg		
Input connectors:	2 x 7-16 female		

A1-2: ASC Systeme Controle d'Antenne

DOUBLE TMA 2100, ASC

ANTENNA SYSTEM CONTROLLLER

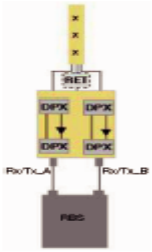
Improving the radio uplink by using Tower Mounted Amplifiers (TMA) is perceived as a key method of optimizing radio networks. By ensuring maximum coverage, including in-door penetration, the TMA supports the design of cost-efficient networks with extended handsets talk time, low dropped call rates and high traffic billing.

System integration
The ASC is mounted in the tower close to the antenna and used in the receiving paths in order to lower the overall receiver noise figure. The ASC controls communication, gain setting and alarm handling. It provides Remote Electrical Tilt (RET) interface functionality. Operating supervision is provided via the BTS and OSS-RC.

The TMA RF characteristics are optimized relative to the RBS 3000 and its joint performance is system verified and approved.

Excellent reliability
The ASC's high level of redundancy and the lack of add-on units for powering and control ensures a high reliability, both on unit and system level. Naturally, a high-performing lightning protection is integrated.

Key Features
- Specified and verified as an integrated system solution for Ericsson RBSs
- Full band coverage, 60 MHz
- Built in lightning protection and RET interface
- Excellent RF performance
- Connectors "in line"
- Double unit, i.e. supports one sector



TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR DOUBLE TMA 2100, ASC

PRODUCT NAME Double TMA 2100, ASC	**PRODUCT NUMBER** KRY 112 42/4
RADIO PERFORMANCE	
Bandwidth:	60 MHz
Receiving pass band:	1920 – 1980 MHz
Transmitting pass band:	2110 – 2170 MHz
Gain:	27-33 dB
Max electrical delay:	<60 ns
Uplink noise figure:	<1.2 dB (Typical)
Input intercept point IIP3:	>3 dBm
Input impedance:	50 ohm
Return loss:	>16 dB
TX insertion loss:	<0.5 dB*
ELECTRICAL SPECIFICATIONS:	
Nominal voltage:	24-32 VDC
Power consumption:	<12 W
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS	
Temperature range, full performance:	-40 °C to +55 °C)
Mean Time Between Failure (MTBF):	>30 years
Sealing:	IP 65
Lightning protection:	EC 1024
Safety approval:	CE - marking
Safety standard:	EN 60950 abd EN/IEC 60215

A1-3: Triplexer (900, 1800,2100)

E11FO1P05

Twin Triplexer 900/1800/UMTS, dc bypass on all ports

CHARACTERISTICS

Electrical Specifications

3rd Order IMD Test Method	Two +43 dBm carriers
3rd Order IMD, maximum	-110 dBm
dc Pass-through	Band 1 | Band 2 | Band 3
Isolation Between Paths, minimum	50.0 dB
Lightning Surge Current	11 kA
Lightning Surge Current Waveform	8/20 waveform
Operating Power, maximum	240 W
Return Loss, typical	20.00 dB

Electrical Specifications (Band 1)

Insertion Loss, typical	0.20 dB
License Band	EGSM 900
Operating Frequency Band	880 – 960 MHz

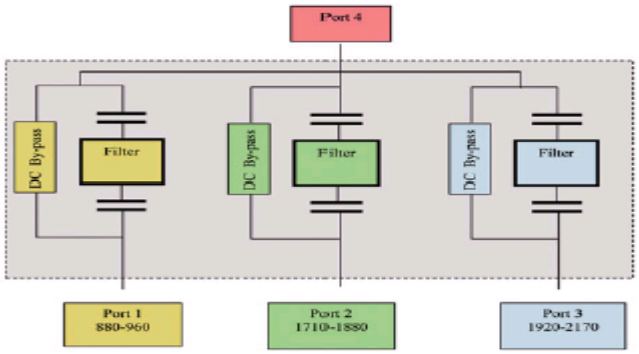
Electrical Specifications (Band 2)

Insertion Loss, typical	0.30 dB
License Band	DCS 1800
Operating Frequency Band	1710 – 1880 MHz

Electrical Specifications (Band 3)

Insertion Loss, typical	0.30 dB
License Band	UMTS
Operating Frequency Band	1920 – 2170 MHz

Block Diagram



General Specifications

Application	Indoor | Outdoor
Includes	Mounting hardware

Mechanical Specifications

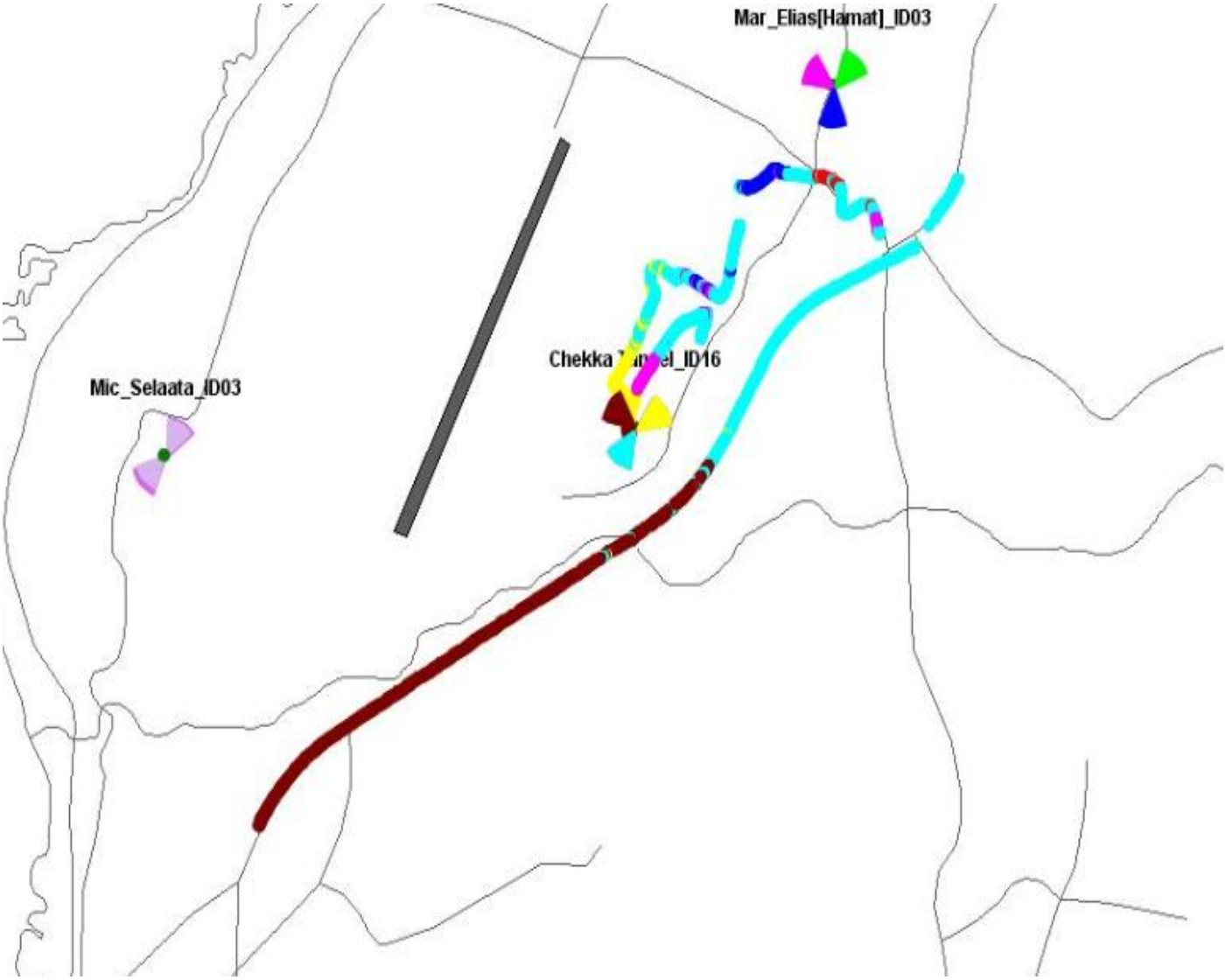
Color	Gray
Connector Interface	7-16 DIN Female
Connector Interface Style	Long neck
Ground Cable Length	16.00 mm
Ground Screw Diameter	8.00 mm
Mounting Pipe Diameter	40–160 mm
Mounting Pipe Hardware	Band clamps

Environmental Specifications

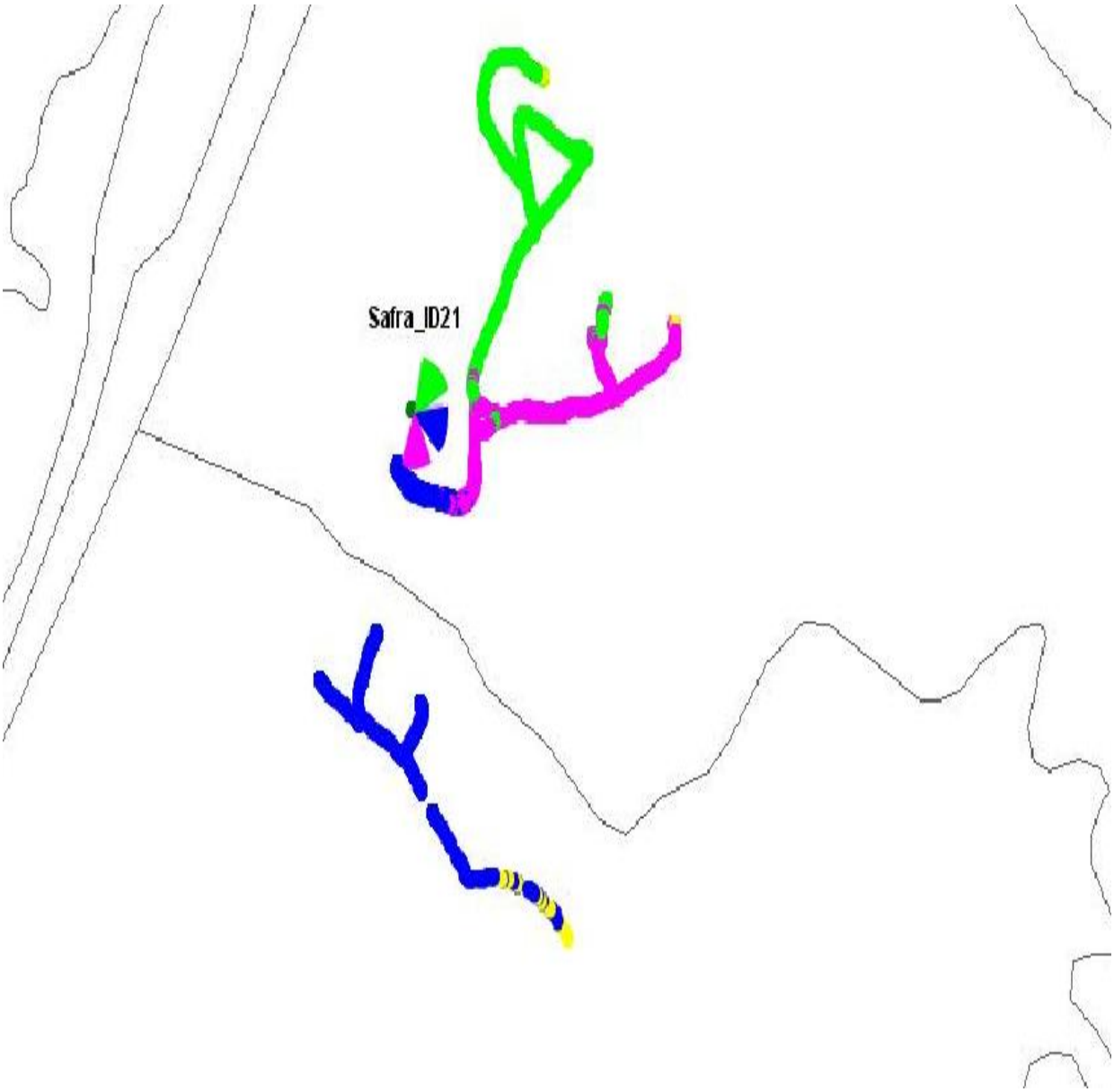
Ingress Protection Test Method	IEC 60529:2001, IP68
Operating Temperature	-40 °C to +60 °C (-40 °F to +140 °F)
Relative Humidity	Up to 100%

Annex 2: Swapped feeder

A 2-1: Full swap

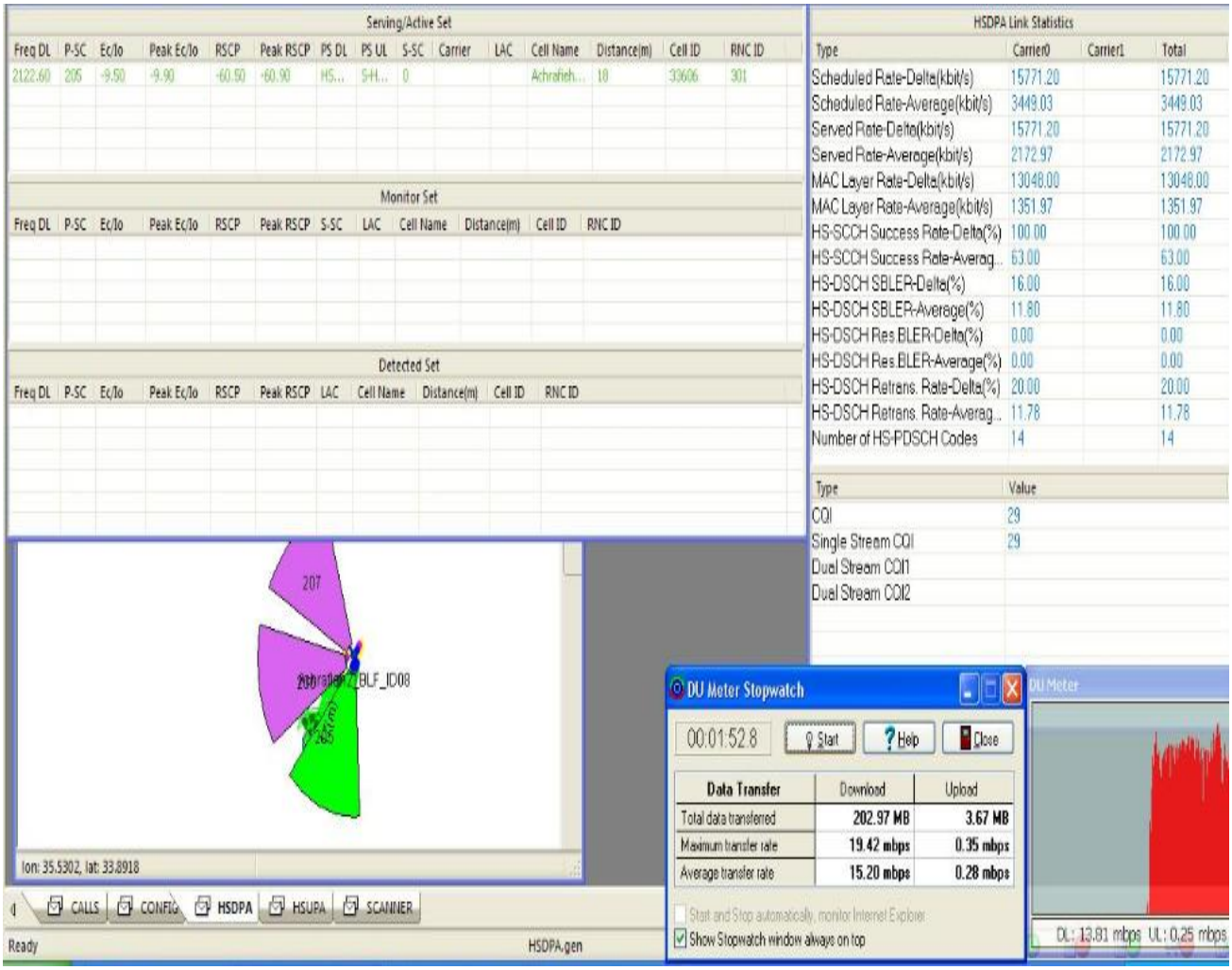


A2-2: swap entre 2 cellule

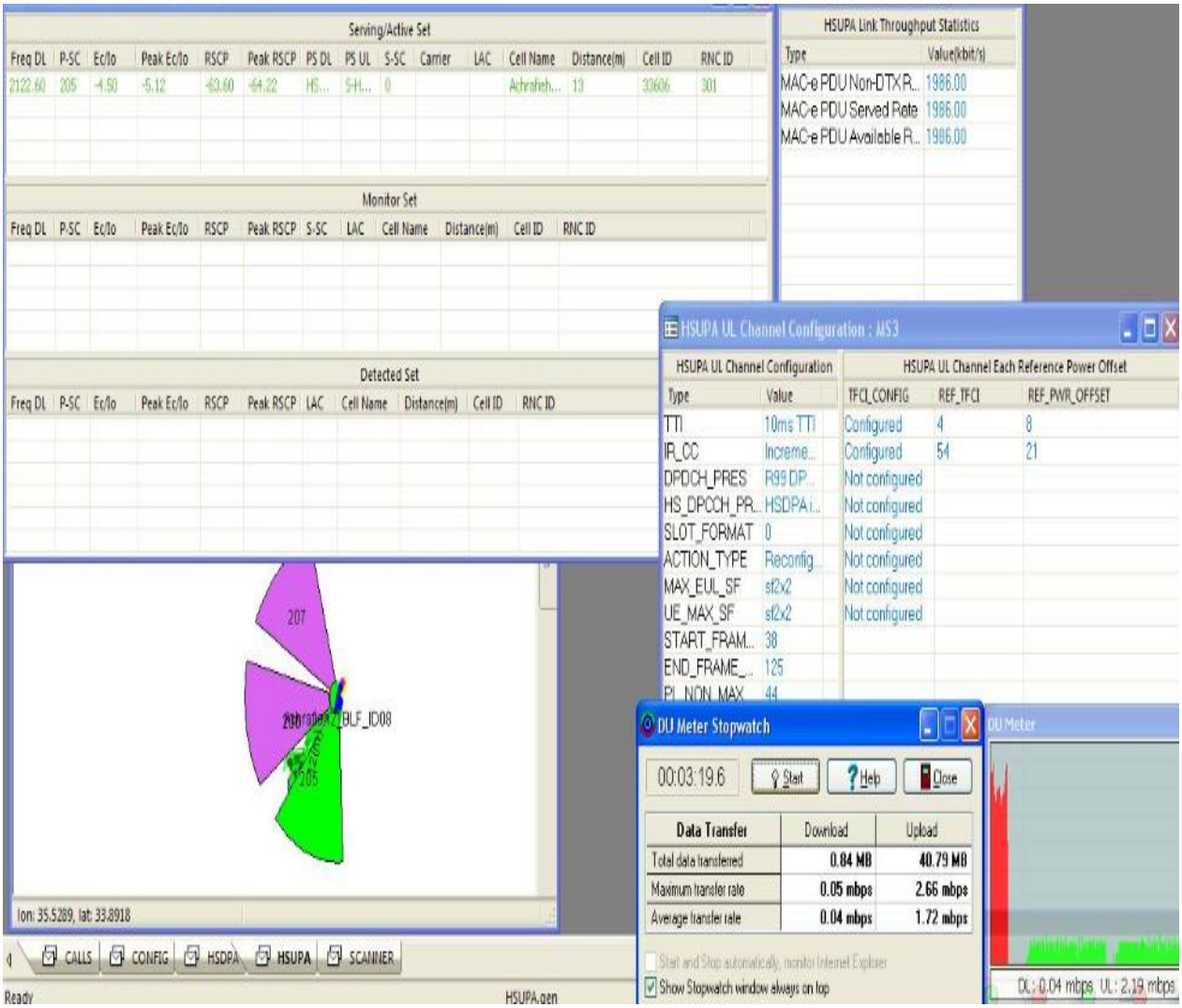

Safra_ID21

Annex 3: HSxPA value

A3-1: HSDPA value



A3-2: HSUPA value



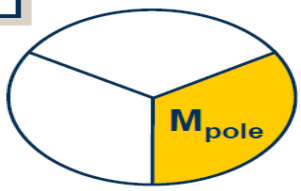
Annex 4 : Explications des Formules

A4-1 : Explication de Mpole for speech, CS64 et PS64 à 3Km/h UL

Nombre maximum de canaux UL(Mpole)

Equation Mpole UL

$$M_{pole} = \left[\frac{1}{1+F}\right]\left[1+\frac{1}{\gamma}\right](1+G_{DTX})$$



Where:

F = Uplink Interference Factor [linear]

γ = Uplink C/I [linear] $10^{(\gamma/10)}$

G_{DTX} = Uplink DTX gain [linear]

Interccell interférence facteur (F) pour UL

Valeur de F pour UL

$F = I_{other} / I_{own}$

Where:-

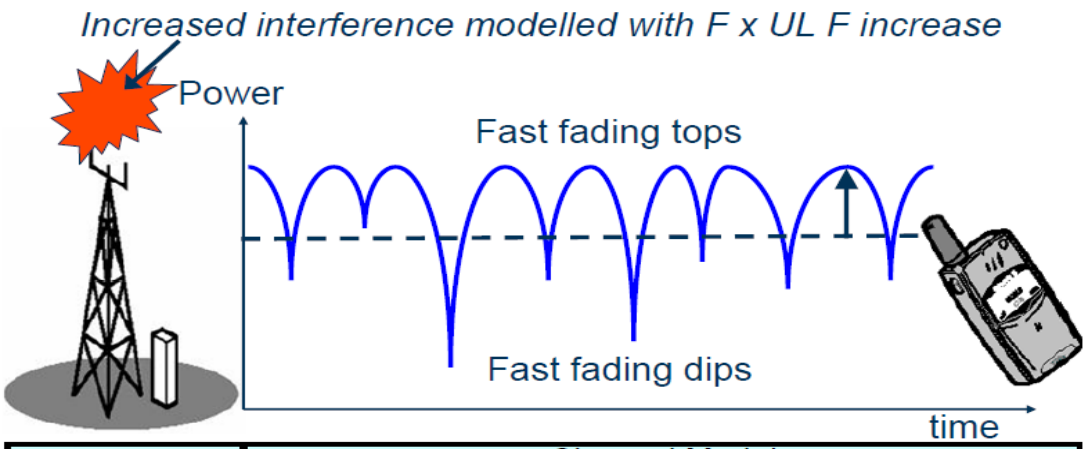
I_{own} = Interference generated by UEs in the cell

I_{other} = Interference generated by UEs in other cells

Dimensionnement UL valeurs F

UL F	Omni/ HighGain	3-sector	6-sector
Dense Urban	0.46	0.73	0.91
Urban	0.46	0.73	0.91
Suburban	0.46	0.73	0.91
Rural	0.46	0.73	0.91
Road	0.46	0.73	0.91

UL TX increase

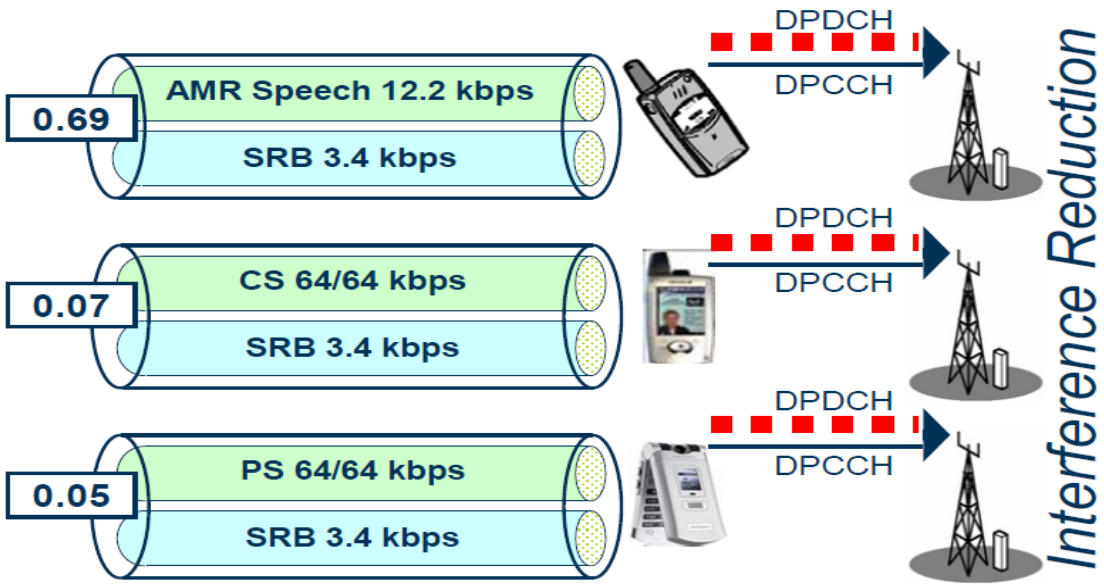


UL F increase	Channel Model				
	TU 3	TU 50	RA 3	RA 50	RA 120
Omni	1.09	1.07	1.28	1.20	1.00
3-sector	1.08	1.05	1.29	1.19	1.00
6-sector	1.09	1.05	1.30	1.20	1.00

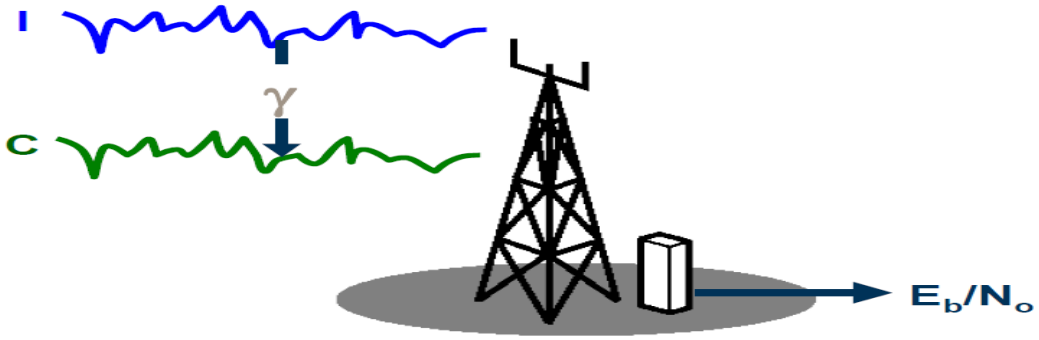
Par exemple le valeur de F pour un site à 3-secteur est 0.73 serrait augmenté jusqu'à (0.73*1.08) = 0.79 à cause de « uplink TX increase » pour mode de canal TU3.

UL DTX Gain (GDTX)

Examples UL GDTX

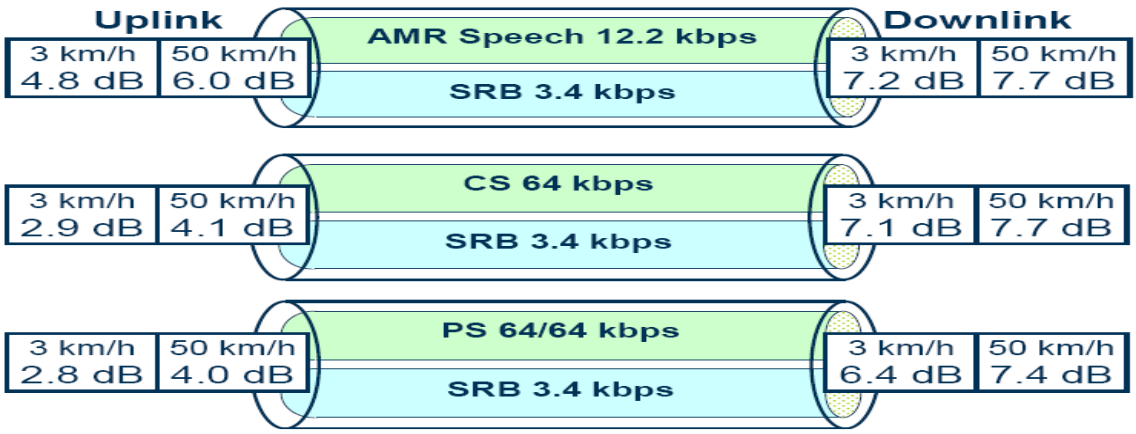


Equation Eb/No et C/I (γ)



$$\gamma = E_b/N_o - 10\log(PG)\ dB$$

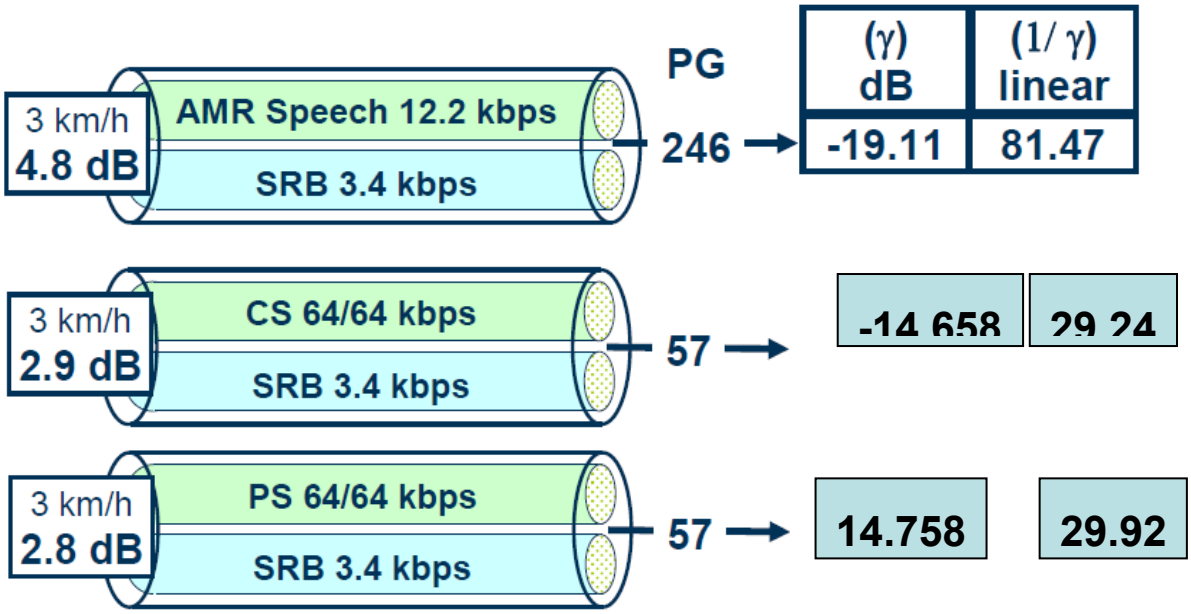
P5 1900/2100 TU les valeurs de Eb/No



Le calcule Mpole UL

Le calcule de Mpole UL

1. Firstly γ and $(1/\gamma)$ may be calculated using the equation: $\gamma = E_b/N_o - 10\log(PG)$



2. le valeur speech Mpole peut être calculé on utilise l'équation et le γ et la valeur GDTX comme ci-dessous :

$$M_{pole} = \left[\frac{1}{1+F}\right]\left[1+\frac{1}{\gamma}\right](1+G_{DTX})$$

$$M_{pole}\ (speech,\ 3km/h) = \left[\frac{1}{1+0.79}\right]\left[1+81.47\right](1+0.69) = (0.559)(82.47)(1.69) = 77.9$$

$$M_{pole}\ (CS64,\ 3km/h) = \left[\frac{1}{1+0.79}\right]\left[1+29.24\right](1+0.07) = (0.559)$$

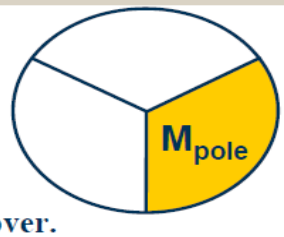
$$M_{pole}\ (PS64,\ 3km/h) = \left[\frac{1}{1+0.79}\right]\left[1+29.92\right](1+0.05) = (0.559)$$

A4-2 : Explication de Mpole for speech, CS64 et PS64 à 3Km/h DL

Nombre maximum de canaux DL (Mpole)

Equation Mpole DL

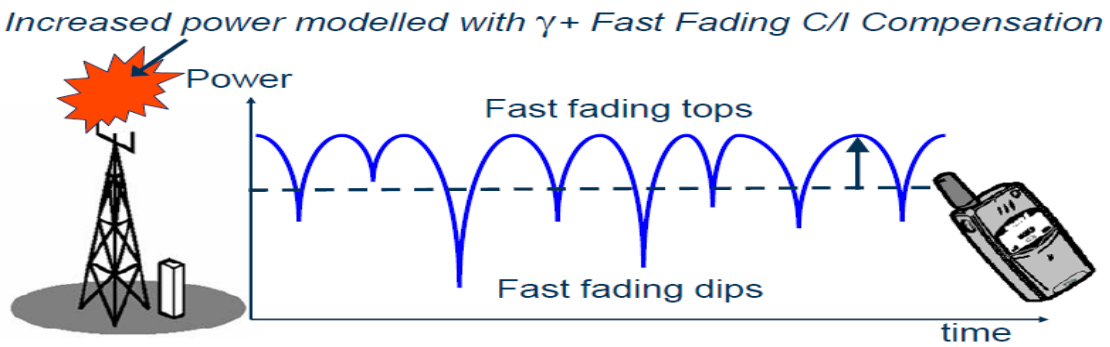
$$M_{pole} = \frac{(1+\alpha\cdot\gamma)\cdot(1+G_{DTX})}{\gamma\cdot(\alpha+F)\cdot\left\{1+\sum_{b=2}^{n_{AS}}\frac{\kappa(b)\cdot\left[(1+\alpha\cdot\gamma)\cdot(b-1)-G_{SHO}(b)\right]}{1+\alpha\cdot\gamma+G_{SHO}(b)}\right\}}$$



γ	is the downlink C/I target
α	is the non-orthogonality factor of the Cell.
F	is the downlink intercell interference factor.
n_{AS}	is the typical size of the active set
κ	is the fraction of users that are in soft/softer handover.
b	is the active links for the connection (b ≥2 soft handover)
G_{SHO}	is the system average of soft handover gain.
G_{DTX}	is the downlink DTX gain.

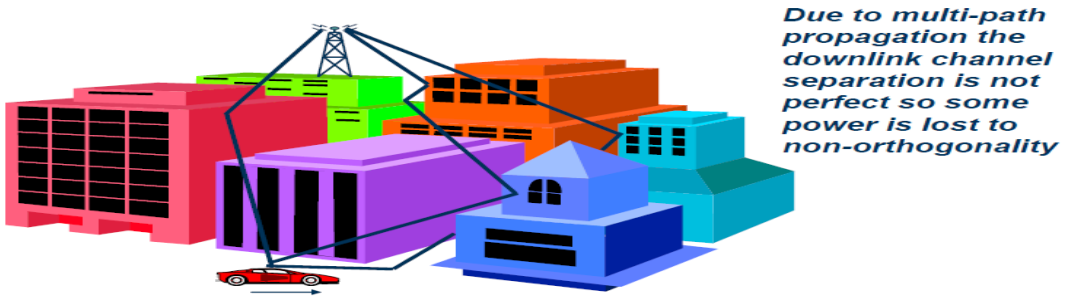
Note : tous les valeurs doivent être en termes linear

DL TX increase



Fast Fading C/I Compen-sation	Channel models				
	TU 3	TU 50	RA 3	RA 50	RA 120
	0.50	0.40	2.00	1.60	0.00

Facteur pour DL non-orthogonalité(α)



Channel model	TU 3	TU 50	RA 3	RA 50	RA 120
alpha	0.64	0.64	0.15	0.15	0.15

Facteur pour intercell interférence DL (F)

F	Omni	3-sector	6-sector	OTSR
Dense Urban	0.48	0.72	0.84	0.48
Urban	0.48	0.72	0.84	0.48
Suburban	0.48	0.72	0.84	0.48
Rural	0.48	0.72	0.84	0.48
Road	0.48	0.72	0.84	0.48

Soft handover variables pour DL

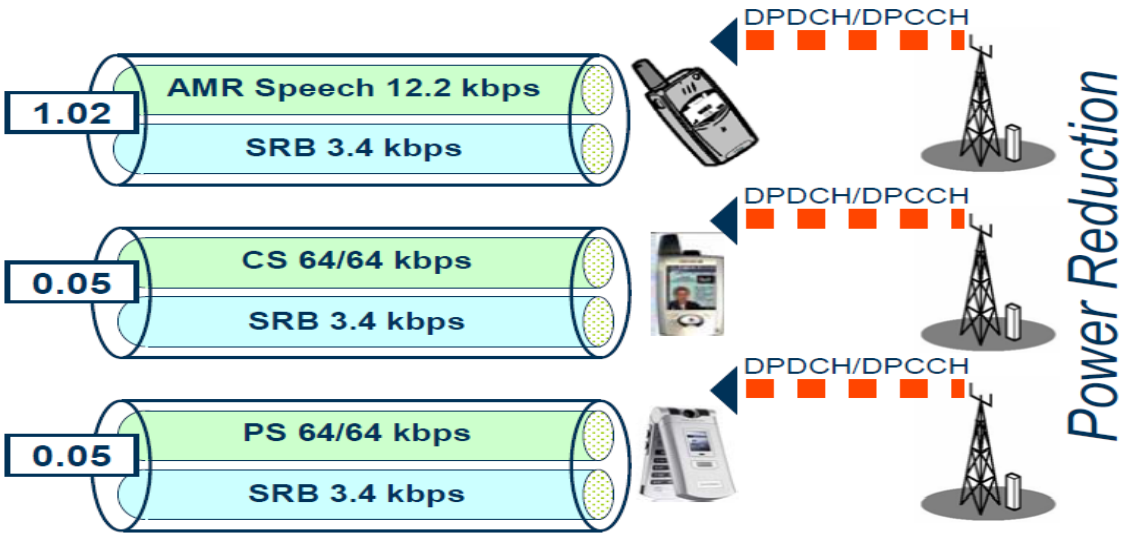
Fraction of users in soft handover (κ)

	1 leg	2 legs	3 legs	4 legs
SHO Gain	0.00	0.67	0.00	0.00

System average of soft handover gain (G_{SHO})

SHO	1 leg	2 legs	3 legs	4 legs
Dense Urban	0.74	0.26	0.00	0.00
Urban	0.74	0.26	0.00	0.00
Suburban	0.74	0.26	0.00	0.00
Rural	0.74	0.26	0.00	0.00
Road	0.74	0.26	0.00	0.00

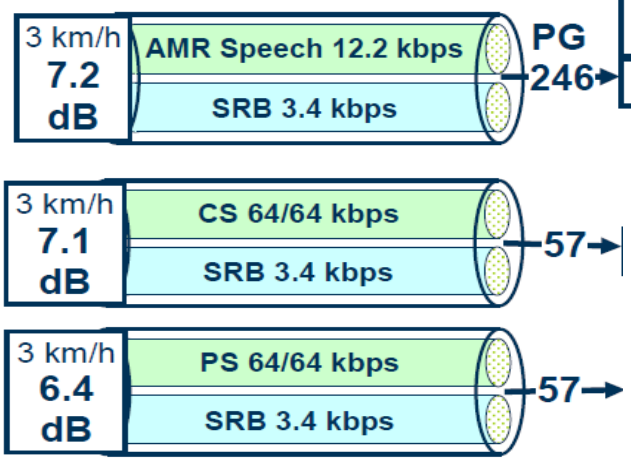
DTX Gain (GDTX) pour DL



Exemple Mpole DL

1. Firstly we must calculate γ and add the Fast Fading C/I compensation (ε) as shown:

$$\gamma = E_b/N_o - 10\log(PG)$$



γ dB	(γ+ ε) dB	(γ+ ε) Linear
-16.71	-16.21	0.024

2. Les valeurs de Mpole sont calcule le (γ+ε) comme indiqué :

$$M_{pole} = \frac{(1+\alpha\cdot\gamma)\cdot(1+G_{DIX})}{\gamma\cdot(\alpha+F)\cdot\left\{1+\sum_{b=2}^{n_{BS}}\frac{\kappa(b)\cdot\left[(1+\alpha\cdot\gamma)\cdot(b-1)-G_{SHO}(b)\right]}{1+\alpha\cdot\gamma+G_{SHO}(b)}\right\}}$$

$$M_{pole}\ (\text{speech, 3km/h}) = \frac{(1+(0.64X0.024))X(1+1.02)}{0.024(0.64+0.72)\left[1+\frac{0.26[(1+(0.64X0.024))(2-1)-0.67)]}{1+(0.64X0.024)+0.67}\right]} = \frac{2.051}{0.0326X\ [1.052]} = \underline{59.8}$$

$$M_{pole}\ (\text{CS64, 3km/h}) = \frac{(1+(0.64X0.101))X(1+0.05)}{0.101(0.64+0.72)\left[1+\frac{0.26[(1+(0.64X0.101))(2-1)-0.67)]}{1+(0.64X0.101)+0.67}\right]} = \frac{1.12}{0.137\ X\ [1.07]} = \boxed{7.6}$$

$$M_{pole}\ (\text{PS64, 3km/h}) = \frac{(1+(0.64X0.086))X(1+0.05)}{0.086(0.64+0.72)\left[1+\frac{0.26[(1+(0.64X0.086))(2-1)-0.67)]}{1+(0.64X0.086)+0.67}\right]} = \frac{1.11}{____\ X\ [\quad]} = \boxed{8.9}$$

0.117 0.1237

ANNEX 5: Technical Site Survey Report

Site Name:

Site ID:

Region:

Representative Approval	Representative Approval
Sign	Sign
Name	Name
Date	Date

Contents of Survey Report

Contents of Survey Report 155
1. General Information ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. Equipment Room/Shelter ..... **Error! Bookmark not defined.**
3. Tower and MW Antenna Information ..... **Error! Bookmark not defined.**
4. OBSTACLES: ..... **Error! Bookmark not defined.**
5. Site Information ..... **Error! Bookmark not defined.**
   1) Basic Information ..... **Error! Bookmark not defined.**
   2) EXISTING RF ANTENNA & FEEDER SYSTEM ..... **Error! Bookmark not defined.**
   3) PROPOSED ANTENNA SYSTEM ..... **Error! Bookmark not defined.**
   4) Microwave equipment system ..... **Error! Bookmark not defined.**
   5) Power Supply Facilities ..... **Error! Bookmark not defined.**
   6) Grounding ..... **Error! Bookmark not defined.**
   7) Cabling Rack ..... **Error! Bookmark not defined.**
   8) Feeder window ..... **Error! Bookmark not defined.**
   9) Others ..... **Error! Bookmark not defined.**
6. Technical Proposed ..... **Error! Bookmark not defined.**
7. Pictures ..... **Error! Bookmark not defined.**
8. Layout ..... **Error! Bookmark not defined.**