

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –  
Faculté de TECHNOLOGIE



## Mémoire

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : **Télécommunications**

Spécialité : **Systèmes des télécommunications**

Par Mlle. Haddouche Khayra

Sujet

**Développement d'un outil d'optimisation pour  
l'analyse des fichiers de traçage de l'opération Drive  
Test des réseaux 2G/3G**

Soutenue publiquement, le 01/07/ 2019 , devant le jury composé de :

Mr. BOUKLI-HACENE Nouredine	Professeur	Univ. de Tlemcen	Président
Mr. MEGNAFI Hicham	MCB	ESSA de Tlemcen	Encadreur
Mr. ABDELLAOUI Ghouti	MCB	ESSA de Tlemcen	Co- Encadreur
Mr. ZERROUKI Hadj	MCB	Univ. de Tlemcen	Examineur
Mr. MERZOUGUI Rachid	MCA	Univ. de Tlemcen	Examineur



**Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –  
Faculté de TECHNOLOGIE**

**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : **Télécommunications**

Spécialité : **Systèmes des télécommunications**

Par Mlle. Haddouche Khayra

**Développement d'un outil d'optimisation pour  
l'analyse des fichiers de traçage de l'opération  
Drive Test des réseaux 2G/3G**

Présentée et soutenue publiquement

Le 01/07/ 2019

JURY

Mr. BOUKLI-HACENE Nouredine	Professeur	Univ. de Tlemcen	Président
Mr. MEGNAFI Hicham	MCB	ESSA de Tlemcen	Encadreur
Mr. ABDELLAOUI Ghouti	MCB	ESSA de Tlemcen	Co- Encadreur
Mr. ZERROUKI HADJ	MCB	Univ. de Tlemcen	Examineur
Mr. MERZOUGUI Rachid	MCA	Univ. de Tlemcen	Examineur



---

## Dédicaces

---

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes très chers parents **HAMZA et NADERA***

*Vous êtes l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi, votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous garder pour nous.*

*A mes très chères sœurs **LATIFA et FAYZA***

*Mes chères sœurs qui me sont le père et la mère, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.*

*A mon très cher frère **MOHAMED***

*Malgré la distance, tu es toujours dans mon cœur, je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur et de réussite.*

*A mes beaux-frères **YAZID et AMIN***

*A mes chers neveux **MOHAMED MOUADH, NIZAR, MOHAMED YACINE** et ma chère nièce **DINA***

*A tous ceux qui me sont chers et proches*

*Mlle. **HADDOUCHE Khayra***

---

## Remerciements

---

*Je tiens tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*La première personne que je tiens à remercier infiniment est mon encadreur **Mr. MEGNAFI Hicham**, pour tous ses efforts fournis, son soutien, son aide consistante et la confiance qu'il m'accorde quotidiennement sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Il a toujours été présent pour les bons conseils et c'est pourquoi il a ma reconnaissance la plus profonde.*

*Je tiens à remercier également mon Co-Encadreur **Mr. ABDELLAOUI Ghouti**, pour son aide, ses conseils judicieux, et pour ses remarques objectives. Je lui transmets toute ma reconnaissance.*

*Mes vifs remerciements vont également au président du jury **Mr. BOUKLI-HACENE Noureddine**, Professeur à l'université de Tlemcen, pour bien vouloir accepter de présider le jury.*

*Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury **Mr. ZERROUKI Hadj**, Maître de conférences à l'université de Tlemcen et **Mr. MERZOUGUI Rachid**, Maître de conférences à l'université de Tlemcen pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à tous mes enseignants du département de télécommunication.*

---

## RESUME

---

Les réseaux de télécommunications ont pris de plus en plus d'importance dans notre société. Pour satisfaire au mieux les besoins et les intérêts des clients, les opérateurs doivent pouvoir offrir, au meilleur prix, des services d'excellente qualité. C'est dans ce cadre que s'inscrivent le problème de planification et l'optimisation des réseaux cellulaires.

L'objectif de ce travail est l'étude et l'optimisation de la partie radio des réseaux 2G et 3G, par la création d'une macro développée sous Mapbasic pour extraire des figures qui représentent la distribution de la couverture et la qualité de la liaison radio dans une carte afin de générer des rapports de mesure après l'analyse des Drives test.

**Mots-clés:** Réseau cellulaire, GSM, 3G, KPI's, Drive test, Mapinfo, les paramètres radio, TEMS Investigation, Mapbasic, Optimisation radio.

---

## ABSTRACT

---

Telecommunication networks have become increasingly important in our society. To best satisfy the needs and interests of customers, operators must be able to offer excellent quality services at the best price. To best meet the needs and interests of the customers, the operators must be able to offer, at the best price, services of excellent quality. It is within this framework that the problem of planning and the optimization of cellular networks.

The objective of this work is the study and optimization of the radio part of the 2G and 3G networks, by creating a macro developed under Mapbasic to extract figures that represent the distribution of the coverage and the quality of the radio link in a map in order to generate measurement reports after the analysis of the test Drives.

**Keywords:** Cellular network, GSM, 3G, KPI's, Drive test, Mapinfo, radio parameters, TEMS Investigation, Mapbasic, Radio optimization.

---

## ملخص

---

أصبحت شبكة الاتصالات السلكية و اللاسلكية ذات أهمية متزايدة في مجتمعنا لتلبية احتياجات العملاء و مصالحهم على أفضل وجه، يجب أن يكون المشغلون قادرين عل بتقديم خدمات ذات جودة ممتازة بأفضل الأسعار. في هذا السياق يتم إدراج مشكلة تخطيط و تحسين الشبكات الخلوية.

الهدف من هذا العمل هو دراسة و تحسين الجزء الراديوي لشبكات الجيلين الثاني و الثالث عن طريق إنشاء ماكرو تم تطويره تحت Mapbasic لاستخراج البيانات التي تمثل توزيع التغطية و جودة رابط الراديو في الخريطة لإنشاء تقارير القياس بعد تحليل محركات اختبار القيادة.

**العلامات:** الشبكة الخلوية، شبكة جي إس إم ،شبكة الجيل الثالث ، KPIs، اختبار القيادة، Mapinfo, Mapbasic , TEMS Investigation, تحسين الراديو.



# TABLE DES MATIERES

<b>RESUME.....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>ملخص .....</b>	<b>4</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>5</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>10</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>10</b>
<b>Liste des abreviations .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>15</b>
<b>CHAPITRE I: INTRODUCTION AUX RESEAUX CELLULAIRES.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>17</b>
<b>I. RESEAUX CELLULAIRES .....</b>	<b>17</b>
I.1. Concept cellulaire .....	17
I.2. Cellule .....	18
I.3. Déploiement des réseaux cellulaires .....	19
<i>I.3.1. Macro cellule omnidirectionnelle .....</i>	<i>19</i>
<i>I.3.2. Macro cellule bisectorisée .....</i>	<i>19</i>
<i>I.3.3. Macro cellule trisectorisée .....</i>	<i>20</i>
I.4. Réutilisation des fréquences .....	20
I.5. Evolution des réseaux cellulaires .....	21
<i>I.5.1. Première génération (1G).....</i>	<i>21</i>
<i>I.5.2. Réseaux de la deuxième génération (2G) .....</i>	<i>21</i>
I.5.2.1. GSM.....	21
I.5.2.2. GPRS .....	21
I.5.2.3. EDGE .....	22
<i>I.5.3. Réseaux de la troisième génération (3G).....</i>	<i>22</i>
I.5.3.1. HSPDA .....	22
I.5.3.2. HSUPA.....	23
<i>I.5.4. Réseaux de la quatrième génération (4G).....</i>	<i>23</i>
<i>I.5.5. Réseaux de la cinquième génération (5G).....</i>	<i>23</i>
<b>II. PRESENTATION DU RESEAU 2G .....</b>	<b>24</b>
II.1. Architecture du Réseau GSM .....	24
<i>II.1.1. Sous-système Radio .....</i>	<i>25</i>
II.1.1.1. Station mobile.....	25
II.1.1.2. Station de base .....	26
II.1.1.3. Contrôleur de la station de base .....	26

II.1.2. Sous-système Réseau.....	27
II.1.2.1. Commutateur de services mobiles.....	27
II.1.2.2. Enregistreur de localisation des visiteurs.....	28
II.1.2.3. Enregistreur de localisation nominale.....	28
II.1.2.4. Centre d'authentification.....	28
II.1.2.5. Enregistreur des identités des équipements.....	28
II.1.3. Sous-système D'exploitation et De Maintenance.....	29
II.2. Interfaces du Réseau GSM.....	29
II.3. Transmission radio.....	30
II.3.1. Allocation des fréquences.....	30
II.3.2. Débit et Technique D'accès en GSM.....	31
II.4. Canaux radio.....	32
II.4.1. Canaux physiques.....	32
II.4.2. Canaux logiques.....	32
<b>III. PRESENTATION DU RESEAU 3G.....</b>	<b>33</b>
III.1. Architecture du Réseau UMTS.....	34
III.1.1. L'équipement Usager.....	34
III.1.2. Architecture de L'UTRAN.....	35
III.1.2.1. Node B.....	35
III.1.2.2. RNC.....	35
III.1.2.3. Interfaces de l'UTRAN.....	36
III.1.3. Architecture du Réseau Cœur.....	36
III.2. Transmission radio.....	37
III.2.1. Bandes de fréquences utilisées dans l'UMTS.....	37
III.2.2. Débits de l'UMTS.....	37
III.2.3. Technique D'accès en UMTS.....	38
III.3. Canaux radio.....	38
III.3.1. Canaux Logiques.....	38
III.3.2. Canaux de Transport.....	38
III.3.3. Canaux Physiques.....	39
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>39</b>
<b>CHAPITRE II: PROCESSUS D'OPTIMISATION DES RESEAUX 2G/3G</b> .....	<b>41</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>41</b>
<b>I. CONCEPTS GENERAUX.....</b>	<b>41</b>
I.1. Réseau 2G.....	41
I.1.1. Contraintes radio.....	41
I.1.1.1. Rapport signal sur bruit C/N.....	41
I.1.1.2. Rapport signal sur interférences C/I.....	42
I.1.2. Contraintes de trafic.....	43

I.2. Réseau 3G.....	44
I.2.1. Qualité de service dans les réseaux WCDMA .....	44
I.2.1.1. Classes des services .....	44
I.2.2. Capacité et couverture .....	46
I.2.2.1. Capacité .....	46
I.2.2.2. Couverture.....	46
I.2.3. Niveau et qualité du signal .....	47
I.2.3.1. Niveau de signal RSCP.....	47
I.2.3.2. Qualité du signal Ec/No .....	47
<b>II. PLANIFICATION DU RESEAU CELLULAIRE.....</b>	<b>48</b>
II.1. Objectif de la planification .....	48
II.2. Processus de la planification radio .....	48
II.2.1. Pré-planification .....	49
II.2.2. Dimensionnement .....	50
II.2.3. Planification.....	50
II.2.4. Planification détaillée .....	50
II.2.5. Vérification et acceptation .....	51
II.2.6. Optimisation .....	51
<b>III. OPTIMISATION DU RESEAU CELLULAIRE .....</b>	<b>51</b>
III.1. Objectif de l'optimisation radio .....	51
III.2. Processus d'optimisation du réseau radio .....	52
III.3. Statistiques et indicateurs de performance clés.....	53
III.3.1. Statistique .....	53
III.3.2. Utilisation des statistiques.....	54
III.3.3. Compteurs OMC-R .....	54
III.3.4. Indicateurs de performance KPI .....	54
III.3.5. Formule .....	55
III.4. Drive test.....	55
Les fonctions du Drive Test :.....	56
Les modes de Drive Test .....	57
Les paramètres radio du réseau 2G :.....	57
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>57</b>
<b>CHAPITRE III: LES PARAMETRES RADIO DE RESEAU 2G/3G .....</b>	<b>58</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>58</b>
<b>I. LES PARAMETRES RADIO DU RESEAU 2G .....</b>	<b>58</b>
I.1. Paramètres de sélection/ré-sélection d'une cellule .....	58
I.1.1. Paramètres de sélection de cellule .....	58
I.1.1.1. RXLEV_ACCESS_MIN.....	59
I.1.1.2. MS_TXPWR_MAX_CCH.....	59

I.1.2. Paramètres de ré-sélection de cellule.....	59
I.1.2.1. Cell Reselection Offset (CRO), Temporary Offset (TO), Penalty Time (PT) .....	60
I.1.2.2. Cell Reselection Parameter Indication (PI) .....	61
I.1.2.3. Cell Selection Hysteresis .....	61
I.1.2.4. Additional Ré-sélection Parameter Indication (ACS) .....	61
I.2. Handover.....	62
I.2.1. Type de Handover .....	62
I.2.1.1. Intra-cellHandover : .....	62
I.2.1.2. Intra-BSC/inter-cell Handover: .....	62
I.2.1.3. Intra-MSC/inter-BSC Handover: .....	62
I.2.1.4. Inter-MSC Handover : .....	62
I.2.2. Paramètres de base d'un Handover .....	63
I.2.2.1. Handover dû aux interférences .....	63
I.2.2.2. Handover dû au faible niveau du signal .....	63
I.2.2.3. Handover dû à une mauvaise qualité du signal.....	64
I.2.2.4. Handover à une meilleure cellule (PBGT).....	64
I.2.2.5. Handover dû à une longue distance MS-BTS .....	64
I.3. Contrôle de puissance .....	65
I.3.1. Processus de contrôle de puissance .....	65
I.3.2. Paramètres de contrôle de la puissance.....	67
I.3.2.1. Contrôle de la puissance dû au niveau du signal.....	67
I.3.2.2. Contrôle de la puissance dû à la qualité du signal.....	67
I.4. Sélection et ré-sélection de cellules.....	68
I.4.1. Les paramètres de Sélection et ré-sélection de cellule.....	68
I.4.1.1. sIntraSearch.....	68
I.4.1.2. sInterSearch.....	69
I.4.1.3. MaxTxPowerUI .....	69
I.4.1.4. QQualMin .....	69
I.4.1.5. QRxLevMin .....	70
I.4.1.6. QHyst1 .....	70
I.4.1.7. QHyst2 .....	70
I.4.1.8. QOffset1sn .....	71
I.4.1.9. QOffset2sn .....	71
<b>II. PARAMETRES RADIO DU RESEAU 3G .....</b>	<b>71</b>
II.1. Handover.....	71
II.1.1. Types de Handover .....	72
II.1.1.1. Soft Handover .....	72
II.1.1.2. SofterHandover .....	72
II.1.1.3. Hard Handover .....	73
II.1.2. Paramètres de Handover.....	73
II.1.2.1. CellIndividual Offset .....	73
II.1.2.2. ReportingRange1a.....	74
II.1.2.3. ReportingRange1b.....	74
II.1.2.4. Hysteresis1a .....	74

II.1.2.5. Hysteresis1c .....	74
II.1.2.6. MaxActiveSet .....	75
II.1.2.7. MeasQuantity1 .....	75
II.2. Contrôle de puissance.....	75
II.2.1. Contrôle de puissance sur les deux liens.....	75
II.2.1.1. Contrôle de puissance sur le lien montant.....	75
II.2.1.2. Contrôle de puissance sur le lien descendant.....	76
II.2.2. Paramètres de contrôle de la puissance.....	77
II.2.2.1. Ul OuterLoop Regulator .....	77
II.2.2.2. Primary Cpich Power .....	77
II.2.2.3. Maximum Transmission Power.....	77
II.2.2.4. Max Fach1 Power.....	78
II.3. Data .....	78
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>78</b>
<b>CHAPITRE IV: ANALYSE DES FICHIERS DE TRAÇAGE DES RESEaux</b>	
<b>2G/3G.....</b>	<b>79</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>79</b>
<b>I. DESCRIPTION DE L'APPLICATION .....</b>	<b>79</b>
<b>II. LA PROBLEMATIQUE D'OPTIMISATION DE L'INTERFACE RADIO.....</b>	<b>84</b>
II.1. Exemple d'un problème en réseau 2G.....	84
II.1.1. Chemin du Drive Test .....	85
II.1.2. Présentation des figures de Drive Test .....	85
II.1.2.1. Cell ID.....	85
II.1.2.2. Puissance du signal reçu.....	86
II.1.2.3. Qualité du signal.....	87
II.1.2.4. Timing Advance (TA).....	88
II.1.2.5. C/I Worst .....	89
II.1.2.6. Speech Quality Index (SQI) .....	90
II.1.2.7. Puissance du signal reçu en mode veille .....	91
II.2. Exemple d'un problème en réseau 3G.....	91
II.2.1. Chemin du Drive Test .....	92
II.2.2. Présentation des figures de Drive Test .....	92
II.2.2.1. Le niveau de signal reçu et la qualité de signal .....	93
II.2.2.2. HSPA .....	93
II.2.2.2.1 HSDPA .....	94
II.2.2.2.2 HSUPA .....	94
II.2.2.3. R99.....	95
II.2.2.3.1 R99 Download.....	95
II.2.2.3.2 R99 Upload.....	96
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>100</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 : Les interfaces du réseau GSM.[2].....	30
Tableau I. 2 : Caractéristiques technique.[5] .....	31
Tableau III. 1 : Codes du paramètre RXLEV_ACCESS_MIN. [24] .....	59

## LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 : découpage en cellule.[1].....	18
Figure I. 2 : Exemple de réutilisation des fréquences. [4] .....	20
Figure I. 3 : Architecture du réseau GSM.[8] .....	25
Figure I. 4 : Différentes configuration BSC-BTS.[8] .....	27
Figure I. 5 : Structure temps fréquence des canaux physiques. [4].....	32
Figure I. 6 : les canaux logiques d'un réseau GSM.[7] .....	33
Figure I. 7 : Architecture du réseau UMTS.[11] .....	34
Figure I. 8 : UTRAN composants et interfaces.[6] .....	35
Figure I. 9 : Mapping between channels.[11] .....	39
Figure II. 1: Interférences entre cellules voisines réutilisant la même fréquence sur un modèle hexagonal.[4].....	42
Figure II. 2 : Les classes de service en UMTS.[14].....	45
Figure II. 3 : Les étapes du processus de planification. [19] .....	49
Figure II. 4 : Schéma général du processus d'optimisation. [21].....	52
Figure II. 5 : Montage des équipements de mesure.[15] .....	56
Figure III. 1 : Contrôle de la puissance [25].....	65
Figure III. 2 : Processus de contrôle de puissance [25] .....	66
Figure III. 3 : Soft and Softer handover. [15] .....	72
Figure III. 4 : Hard Handover. [15].....	73
Figure III. 5 : Différents types de contrôle de puissance.[16] .....	76
Figure IV. 1 : Présentation du menu principale de la macro .....	80
Figure IV. 2 : Angle open table.....	80
Figure IV. 3 : Angle select table.....	81
Figure IV. 4 : Angle Creat thematic 2G.....	81
Figure IV. 5 : Angle ShortCall de MS1 du réseau 2G.....	81

Figure IV. 6: Angle LongCall de MS2 du réseau 2G.....	82
Figure IV. 7 : Angle Idle mode de MS3 du réseau 2G.....	82
Figure IV. 8 : Angle DATA de MS4 du réseau 2G.....	82
Figure IV. 9 : Angle Creat thematic 3G.....	83
Figure IV. 10 : Angle ShortCall de MS1 du réseau 3G.....	83
Figure IV. 11: Angle LongCall Dual mode de MS2 du réseau 3G.....	83
Figure IV. 12 : Angle HSDPA de MS3 de réseau 3G.....	84
Figure IV. 13 : Route de drive test.....	85
Figure IV. 15 : Distribution de Cell ID en mode veille sur la route.....	86
Figure IV. 16 : Distribution de Cell ID en mode de communication continue.....	86
Figure IV. 17 : Puissance du signal reçu en mode de communication continue sur la route.....	86
Figure IV. 18 : Distribution d'échantillon de la puissance du signal reçu en mode de communication continue.....	87
Figure IV. 19 : Qualité du signal en mode de communication continue sur la route.....	87
Figure IV. 20 : Distribution d'échantillon de la Qualité du signal en mode de communication.....	88
Figure IV. 21 : Timing Advance en mode de communication continue sur la route.....	88
Figure IV. 22 : Distribution d'échantillon de TA en mode de communication continue sur la route.....	89
Figure IV. 23 : C/I Worst en mode de communication continue sur la route.....	89
Figure IV. 24 : Distribution d'échantillon de C/I Worst en mode de communication continue.....	90
Figure IV. 25 : SQI en mode de communication continue sur la route.....	90
Figure IV. 26 : Distribution d'échantillon SQI en mode de communication continue.....	91
Figure IV. 27 : Puissance du signal reçu en mode veille sur la route.....	91
Figure IV. 28 : Trace route de drive test.....	92
Figure IV. 29 : Puissance du signal reçu RSCP et la qualité de signal Ec/No.....	93
Figure IV. 30 : Trace route des points de mesure de HSDPA.....	93
Figure IV. 31 : Débit de HSDPA obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec.....	94
Figure IV. 32 : Débit de HSUPA obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec.....	95
Figure IV. 33 : Débit de R99 Download obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec.....	96
Figure IV. 34 : Débit de R99 Upload obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec.....	96

## LISTE DES ABREVIATIONS

1G	1ère Génération
2G	2ème Génération
3G	3ème Génération
4G	4ème Génération
5G	5ème Génération
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AGCH	Access Grant Channel
AUC	Authentication Center
BER	Bit Error Rate
BSS	Base station Sub-System
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
BCH	Broadcast Channel
BCCH	Broadcast Control Channel
CCH	Commun Channel
CBCH	Cell Broadcast Channel
CCCH	Common Control Channel
CDMA	Code Division Multiple Access
CI	Cell Identity
CN	Core Network
CPICH	Common Pilot Indicator Channel
CS	Circuit Switch
CTCH	Common Traffic Channel.
DL	Downlink
DPCH	Dedicated Physical Channel
DPCCH	Dedicated Physical Control Channel
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel
DTCH	Dedicated Traffic Channel.
DCS	Digital Cellular System
DCH	Dedicated Channel
DCCH	Dedicated Control Channel
DT	Drive Test
EIR	Equipement Identity Register
FACCH	Fast Associated Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FDD	Frequency Division Duplex
GSM	Groupe Spécial Mobile
GSM	Global System for Mobile communications



GMSK	Gaussian Modulated Shift Keying
GMSC	Gateway MSC
GPS	Global Position System
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPRS	General Packet Radio Specification
HLR	Home Location Register
IMSI	International Mobile Station Identity
IMSISDN	Mobile Station ISDN Number
IMEI	International Mobile Station Equipment Identity
KPI	Key Performance Indicator
LTE	Long Term Evolution
LAC	Location Area Code
MSC	Mobile- service Switching Centre
MS	Mobile Station
NSS	Network Sub-System
NMC	Network Management Centre
OSS	Operation Sub-System
OMC	Operations and Maintenance Centre
OMC-R	Operations and Maintenance Centre - Radio
OMC-S	Operations and Maintenance Centre – System
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PLMN	Public Land Mobile Network
PBGT	Power Budget
PCH	Paging Channel
PDSCH	Physical Downlink Shared CHannel
PS	Packet Switch
PI	performance indicator
QoS	Quality of Service
RTC	Réseau Téléphonique Commuté
RTCP	Réseau Téléphonique Commuté Public
RNC	Radio Network Controller
RNIS	Réseau Numérique à Intégration de Service
RACH	Random Access Channel

RSCP	Received Signal Code Power
SIM	Subscriber Identity Module
SDCCH	Stand-alone Dedicated Control Channel
SACCH	Slow Associated Control Channel
SCH	Synchronisation Channel
MMS	Multimedia Messaging Service
SGSN	Serving GPRS Support Node
TDMA	Time Division Multiple Access
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
TCH	Traffic Channel
TDD	Time Division Duplex
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Service
VLR	Visitor Location Register
UE	User Equipment
UL	Uplink
USIM	UMTS Subscriber Identity Module
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
WCDMA	Wide Band Code Division Multiple Access

# **INTRODUCTION GENERALE**



Au début des années 80, les systèmes de téléphonie mobile étaient analogiques et ils étaient incapables de supporter une capacité croissante, par conséquent, la convergence a eu lieu vers les systèmes de transmission numérique qui offrent une signalisation plus facile, moins d'interférences, intégration de transmission et de commutation et enfin une aptitude à supporter et à gérer plus de trafic et par suite une capacité meilleure.

Le réseau GSM est la première norme de téléphonie cellulaire qui soit pleinement numérique. C'est la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles.

Après le succès qu'on a connu de la deuxième génération de téléphonie mobile et en particulier le GSM, une troisième génération vient pour compléter l'ancienne génération. Toutefois, le passage de la deuxième génération à la troisième génération nécessite l'introduction de nouvelles infrastructures et des nouvelles méthodes de dimensionnement, de planification et de l'optimisation. Le réseau 3G a été conçu afin d'offrir de nouvelles applications multimédias telles que la visiophonie, l'internet à haut débit, etc. Ces applications présentent de nouveaux défis pour les opérateurs du fait qu'elles sont soumises à des fortes contraintes de qualité de service. D'où, le besoin de suivre de près les dégradations ou les améliorations du réseau, ainsi que l'identification des nœuds signalant des problèmes à travers différentes méthodes. Parmi ces méthodes, celle du Drive Test consiste en la caractérisation précise des canaux radio. Bien qu'elle permet la récupération d'une trace des mesures faites par le mobile à différents instants, néanmoins, elle n'est ni pratique ni économique, car elle nécessite la présence obligatoire des agents pour se déplacer et assurer les mesures radio.

Les ingénieurs doivent toujours consulter les serveurs de la plateforme pour récupérer les données, les traiter et les afficher afin de générer un rapport de mesures. Or, ceci cause un problème de temps au niveau de la génération des rapports. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'études, dont l'objectif est le développement d'une macro sous Mapbasic qui offre la possibilité d'extraire des figures qui représentent la distribution de la couverture et la qualité de la liaison radio dans une carte, pour l'analyse des Drive test afin de générer des rapports de mesures radio.

Cette étude s'articule autour de quatre parties distinctes.

Dans un premier temps, nous avons présenté d'une façon générale le réseau cellulaire, et nous avons décrit principalement l'architecture des réseaux 2G/3Gainsi que leurs équipements fondamentaux.

La deuxième partie nous avons étudié le processus de planification ainsi que le processus d'optimisation des réseaux cellulaires en se basant sur les drives test et les KPIs.

Dans le troisième partie, nous avons étudié les paramètres radio pour les réseaux 2G/3G, qui sont essentiels pour gérer les procédures nécessaires pour assurer la mobilité.

Au cours de la dernière partie, nous avons présenté la macro développée sous MapBasic. Suivie par deux exemples concernant la partie voix pour le réseau 2G et la partie data pour le réseau 3G.

Le langage de programmation choisi pour la réalisation de notre application est Mapbasic de type BASIC doté des fonctionnalités de MapInfo Professional avec lequel on peut automatiser des opérations répétitives et intégrer MapInfo Professional à d'autres applications, rapidement et facilement.

# **CHAPITRE I: INTRODUCTION AUX RESEAUX CELLULAIRES**





## **INTRODUCTION**

Les réseaux mobiles de 2ème génération comportent essentiellement trois normes : GSM, GPRS, EDGE.

Le GSM (Global System for Mobile communications), est un réseau commuté développé essentiellement pour une meilleure qualité de la voix. La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux services de types donnés à ses clients pour la navigation sur internet, le mail, etc., c'est l'introduction de la transmission en mode paquet qui a fait augmenter un peu le débit. Cependant, le GPRS sur un réseau GSM traditionnel montre ses limites pour le téléchargement des fichiers dont la taille dépasse le mégaoctet. Pour améliorer le débit le groupe 3GPP a travaillé sur une nouvelle norme de modulation permettant de tripler le débit en ligne. Cette fois, c'est la couche physique de l'interface air qui est revue. Cette nouvelle évolution du GSM est appelée EDGE, et avec les améliorations apportées par cette technologie on a pu délivrer des services de données plus efficacement que le GSM. Cependant les réseaux de 3ème génération ont été développés essentiellement pour la communication multimédia avec des débits élevés pour les services de données et une meilleure qualité pour la vidéo.

Dans ce chapitre nous allons voir les généralités sur le réseau cellulaire puis présenter d'une façon générale les deux réseaux 2G et 3G (l'architecture les sous-systèmes, les interfaces et les différents canaux.) et terminer par donner une conclusion.

## **I. RESEAUX CELLULAIRES**

Un réseau cellulaire est un système de télécommunication reposent sur l'utilisation d'un émetteur-récepteur central au niveau de chaque cellule, appelée « station de base » (en anglais Base Transceiver Station, notée BTS). Ce dernier doit répondre aux contraintes de la mobilité de l'abonné dans le réseau, par l'étendue du réseau et par les ondes radio qui lui sont allouées.

### **I.1. Concept cellulaire**

L'introduction de concept cellulaire amène le grand progrès et la nouvelle technique pour remédier aux inconvénients laissés par la téléphonie classique. La téléphonie cellulaire rassemble tous les postes radio à deux canaux, l'un pour l'émission et l'autre pour la réception en évitant les interférences probables. Le concept cellulaire permet aussi d'atteindre des capacités importantes illimitées au moyen d'un grand nombre des stations radio dont chacune couvre une surface

géographique appelée « cellule ». Ce concept consiste à diviser un territoire en cellules dont chacune est couverte par une station radio ou station de base (BTS) du réseau. Et ainsi la réutilisation d'une même fréquence que celle des cellules différentes, c'est-à-dire qui sont adjacentes ou sécantes afin d'éviter les phénomènes d'interférences sur le signal utile reçu par le terminal mobile pour la station de base [1].

L'utilisation de la ressource radio est le domaine sensible de ce type de systèmes. Cette allocation est faite au moyen d'une découpe géographique basée sur le paradigme hexagonal permettant la réutilisation des fréquences sur des cellules éloignées. Cette méthode présente l'avantage d'être évolutive en fonction du trafic :

- Réduction de la taille des cellules en cas de saturation du réseau (zones géographiques à forte densité de population : zone urbaine).
- Augmentation de la taille des cellules (zones géographiques à faible densité de population : zone rurale) [2].



Figure I. 1 : découpage en cellule.[1]

## I.2. Cellule

La cellule est une surface sur laquelle est implantée une station de base qui peut établir une liaison avec le terminal. En d'autre terme, c'est une partie du territoire découpée en petites zones constituant une étendue géographique limitée pour établir une station de base déterminée. La zone de couverture d'une cellule est très variable de moins de 100 m à 35 Km suivant les obstacles et interférences. Elle assure :

- L'interface entre mobile et le central (Switch).
- L'émission permanente de la signalisation.

- L'affectation des canaux de communication.
- La supervision de la communication [3].

Deux cellules adjacentes ne peuvent utiliser deux fréquences similaires à cause des interférences. C'est pour cela qu'il faut que la distance entre deux cellules ayant la même bande de fréquence doit être de 2 à 3 fois le diamètre d'une cellule.

Plus la taille d'une cellule est petite, plus la quantité d'appels passés sur le réseau pour une surface donnée est grande. La taille d'une cellule dépend de : [3]

- La ou les licences achetées par l'opérateur.
- Le nombre d'abonnés dans la zone.
- La configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles).
- La nature et la densité des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton,...etc.).
- La localisation (rurale, suburbaine, ou urbaine).

### **I.3. Déploiement des réseaux cellulaires**

Diverses tailles et types de cellules sont à déployer en fonction de l'environnement considéré et de la technologie. Un opérateur devra donc tenir compte des contraintes du relief topographique et des contraintes urbanistiques pour dimensionner les cellules de son réseau [1].

Pour cela, on distingue : [4]

#### ***I.3.1. Macro cellule omnidirectionnelle***

Elle est composée d'un frame et donc d'un seul secteur. Elle possède au minimum un TRX. Ce type classique de cellule est plus utilisé dans les zones rurales (à faible densité d'abonnés).

#### ***I.3.2. Macro cellule bisectorisée***

Elle est composée de deux frames (une par secteur) et de deux secteurs. Elle possède au minimum un TRX chacun. Ce type de cellule conviendrait mieux à un environnement médian (ruro-urbain). Malheureusement ce type de cellule est de plus en plus délaissé au profit des cellules trisectorisées.

### **I.3.3. Macro cellule trisectorisée**

Elle est composée de trois frames (une par secteur) et de trois secteurs possédant chacun au minimum un TRX. C'est le type de cellule la plus utilisée, notamment en zones urbaines à forte densité de trafic.

Les microcellules sont des cellules de petite dimension destinées aux zones à fortes densité de trafic (par exemple une rue passante), tandis que les pico cellules sont pourtant des cellules de taille encore plus inférieures, prévues pour des endroits tels que les gares, les galeries marchandes...etc.

### **I.4. Réutilisation des fréquences**

Elle permet d'utiliser une fréquence plusieurs fois à l'intérieur d'une même ville dans les cellules non adjacentes, c'est-à-dire qui ne se touchent pas. Ce principe permet d'éviter la saturation dans les cellules quand le nombre d'abonné augmente pour éviter les effets d'interférence entre les canaux. Il est recommandé de réutiliser les fréquences dans des cellules distantes d'au moins 6 fois leurs rayons [1].

C'est grâce au principe de réutilisation des fréquences qu'un opérateur peut augmenter la capacité de son réseau.

La figure 1.2 représente un exemple de réutilisation des fréquences, dont chaque cellule est fournie par une couleur représentant une fréquence.



*Figure I. 2 : Exemple de réutilisation des fréquences. [4]*

## **I.5. Evolution des réseaux cellulaires**

### ***I.5.1. Première génération (1G)***

La première génération de communications mobiles est apparue dans les années 1980 en offrant un service de communications mobiles couteux et de mauvaise qualité. La 1G avait beaucoup de contraintes comme les normes incompatibles d'une région à une autre, une transmission analogique non sécurisée (écoute des appels) et l'absence de roaming vers l'international [5].

### ***I.5.2. Réseaux de la deuxième génération (2G)***

La seconde génération fut la 2G. Son système cellulaire repose sur une technologie numérique pour la liaison ainsi que pour le signal vocal. Il en est alors fini avec la technologie analogique. Elle utilise les standards suivants :

#### ***I.5.2.1. GSM***

La standard GSM est un système cellulaire de transmission numérique, il fait partie du réseau de connectivité mobile 2G (deuxième génération). Il utilise la technique de multiplexage FDMA et TDMA ce qui offre un multiplexage temporel et fréquentiel à la fois comme il utilise aussi une modulation de phase appelée GMSK (Gaussian Modulated Shift Keying).

Il a des divers services tel que le transfert de messages courts SMS, la transmission de données jusqu'à 9,6 Kbit/s, effectuer des appels téléphoniques (voix) aussi l'accès à un réseau à commutation de paquets et aussi tous les services supplémentaires offerts sur les réseaux modernes (renvoi d'appels, signal d'appel, etc.). Le réseau GSM a pour rôle essentiellement de permettre des communications entre abonnés mobiles (GSM) et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC ou réseau fixe).

#### ***I.5.2.2. GPRS***

Le protocole GPRS (2.5G) est basé sur le réseau GSM existant, des extensions de la norme GSM ont été mises au point afin d'améliorer le débit. Il fonctionne en mode paquet (fourni à l'utilisateur une connexion virtuellement permanente) alors que le GSM fonctionnait en mode connecté appelé également le mode circuit. Le GPRS est conçu pour réutiliser au maximum les infrastructures GSM existantes.

La technologie GPRS donne la possibilité d'atteindre un débit maximal théorique de 171,2 Kbit/s ce qui correspond pour l'utilisateur à un débit maximal de 114 Kbit/s dans les conditions optimales. Nombreux services venant du GPRS tel que l'internet mobile, la messagerie (MAIL), jeux, le guidage, la géo-localisation, WAP (Wireless Application protocol)...etc. Le service permet donc

une optimisation de l'utilisation des canaux et permet ainsi une augmentation du débit de transmission. Son but est de conserver l'ensemble des modules de l'architecture GSM.

### ***1.5.2.3. EDGE***

L'EDGE (2.75 G) peut être considéré comme une amélioration du GPRS. L'EDGE présente l'avantage de pouvoir utiliser les infrastructures déjà déployées contrairement à l'UMTS.

L'EDGE permet ainsi de multiplier par un facteur 3 le débit des données avec une couverture plus réduite en annonçant un débit théorique de 384Kbit/s, ce qui ouvre aussi la porte aux applications multimédias.

EDGE a utilisé une modulation différente de la modulation utilisée par GSM (EDGE utilise la modulation 8-KPS), ce qui implique une modification des stations de base et des terminaux mobiles.

### ***1.5.3. Réseaux de la troisième génération (3G)***

La principale norme 3G est une technologie qui s'appuie sur le GSM, La technologie UMTS utilise des bandes de fréquences différentes des réseaux précédents : [1885-2025] MHz et [2110-2200] MHz avec des débits pouvant aller de 384Kbit/s à 2Mbit/s. Utilise un codage W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access).

UMTS offre des débits variables et importants aux utilisateurs de façon à leur permettre de communiquer et de réaliser aisément des applications multimédias. Les nouveaux services devaient concerner surtout les applications vidéo telles que la transmission de vidéo, la vidéo conférence, Vidéo à la demande télévision, MMS vidéo.

#### ***1.5.3.1. HSPDA***

HSPDA (High Speed Downlink Packet Access: 3.5G) ou encore le 3G+ a été proposé dans la cinquième édition (Release 5 de l'UMTS) de la technologie WCDMA, elle présente une norme évoluée du standard UMTS. En effet, ce protocole pour la téléphonie mobile offre des performances dix fois supérieures à la 3G.

L'introduction de la norme HSDPA dans les spécifications UMTS offrira potentiellement des débits allant jusqu'à 14 Mbps dans la même bande passante de 5 MHz [6].

Lors de l'introduction de la HSDPA, les objectifs étaient d'utiliser au mieux les canaux radio et d'obtenir une augmentation significative du débit de données sur la liaison descendante par rapport à l'UMTS.

### ***1.5.3.2. HSUPA***

HSUPA (High Speed Uplink Packet Access : 3.75G) est une norme de haut-débit mobile de troisième génération dont les standards ont été définis dans la sixième édition du référentiel UMTS (Release 6 de l'UMTS).

HSUPA présenté comme un successeur de la technologie HSPDA, vient d'améliorer le débit sur la voie montante (Uplink) alors que le débit descendant (Downlink) reste le même que celui de son prédécesseur (HSPDA).

### ***1.5.4. Réseaux de la quatrième génération (4G)***

La 4G est la quatrième génération des standard pour la téléphonie mobile correspond au LTE. Les réseaux LTE "Long Term Evolution" sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA [7].

Le multiplexage OFDMA (Orthogonal Fréquence Division Multiple Access) apporte une optimisation dans l'utilisation des fréquences en minimisant les interférences. Ce qui augmente le débit total et la portée.

Le LTE utilise des bandes de fréquences hertziennes d'une largeur pouvant varier de 1,4 MHz à 20 MHz, permettant ainsi d'obtenir (pour une bande 20 MHz) un débit binaire théorique pouvant atteindre 300 Mbit/s en « downlink », alors que la "vraie 4G" offre un débit descendant atteignant 1 Gbit/s. La technologie LTE repose sur une combinaison de technologies sophistiquées à même d'élever nettement le niveau de performances (très haut débit et faible latence) par rapport aux réseaux 3G existants [7].

Le service internet des objets IOT (IOT: Internet Of Things) qui est l'un des solutions du LTE 4G et l'un des progrès les plus marquants dans le monde des affaires depuis les débuts d'Internet. Les solutions IOT ont aidé les entreprises à rationaliser leurs opérations, à gagner en efficacité et à générer des bénéfices.

### ***1.5.5. Réseaux de la cinquième génération (5G)***

La 5G est la cinquième génération de standards pour la téléphonie mobile, faisant suite à la 4G les réseaux de nouvelle génération permettront d'augmenter les débits. Avec la 5G, l'échelle devient le multi-gigabit par seconde, contre des centaines de mégabits pour la 4G. Le temps de latence sera aussi réduit (moins d'une milliseconde), pour une meilleure réactivité.

La 5G a le potentiel de transformer de nombreux aspects de notre vie quotidienne, à la maison, en déplacement et au travail,...etc. Des divers secteurs

sont susceptibles de tirer parti des applications de plus en plus sophistiquées de partage d'informations reposant sur la 5G comme les villes intelligentes (Smart Cities), la santé, la finance, les voitures connectées (Connected Cars),...etc.

## **II. PRESENTATION DU RESEAU 2G**

Le réseau 2G ou GSM (Global System for Mobile communications) est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. Il a été rapidement accepté et a vite gagné des parts de marché. L'utilisation du numérique pour transmettre les données permet des services et des possibilités élaborées par rapport à tout ce qui a existé.

### **II.1. Architecture du Réseau GSM**

Le but d'un réseau GSM est d'offrir au abonnés des services de télécommunication avec une couverture continue sur un vaste territoire, quels que soit leurs déplacements à l'intérieur d'une zone de service, desservie par un opérateur ou éventuellement par plusieurs opérateurs ayant passé des accords mutuels. Le réseau GSM est composé de trois sous-ensembles :

- Sous-système radio (BSS) : C'est le réseau d'accès Radio qui assure et gère la transmission radio.
- Sous-système réseau (NSS) : C'est le réseau cœur du GSM qui assure principalement les fonctions de commutation et de routage.
- Sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS): L'administration du réseau qui permet à l'opérateur d'exploiter son réseau. Il assure la gestion et la supervision du réseau.

Les éléments de l'architecture d'un réseau GSM sont repris sur le schéma de la figure 1.3.



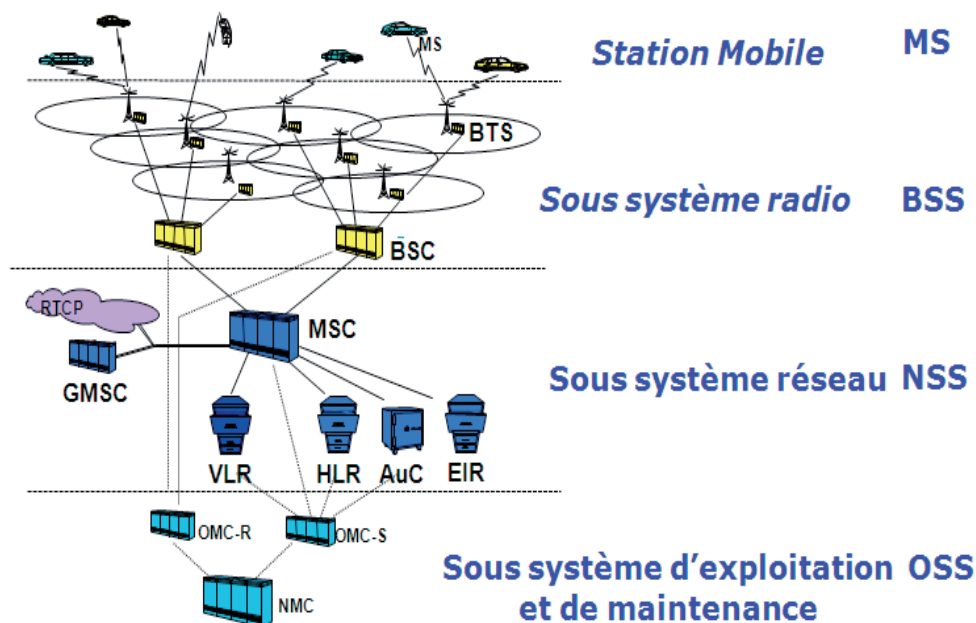


Figure I. 3 : Architecture du réseau GSM.[8]

### II.1.1. Sous-système Radio

Ce sous-système (BSS) est constitué de la station mobile MS, la station de base BTS et un contrôleur de station de base BSC, il assure la gestion du canal radio, c'est à dire la configuration des canaux, l'affectation de ces canaux, la supervision de la communication, le timing des messages, le contrôle de la puissance, les sauts de fréquence, le codage du canal, le transcodage de la parole, le Handover entre BTS, le processus d'émissions discontinues.

#### II.1.1.1. Station mobile

La station mobile (MS) permet à l'abonné d'accéder aux services GSM à travers le système cellulaire, La station mobile constituée de deux éléments séparables : [9]

- Un équipement mobile qui fournit les capacités radio et logicielles nécessaires au dialogue avec le réseau et demeure indépendant de l'abonné utilisateur. Chaque station mobile a son propre numéro d'identification, c'est à dire, identité internationale d'équipement mobile IMEI. IMEI comprend principalement le code de permission et le nombre relatif au fabricant du produit.
- Une carte SIM qui contient les caractéristiques de l'abonné et de ses droits. Chaque abonné a sa propre identité internationale

d'abonné mobile (IMSI), qui est stockée dans la carte SIM et dans le HLR.

#### **II.1.1.2. Station de base**

La station de base (BTS) est un ensemble émetteur/récepteur appelée TRX, Elle assure :

- La gestion du multiplexage temporel (une porteuse est divisée en 8 slots dont 7 sont alloués aux utilisateurs), et la gestion des sauts de fréquence.
- Des mesures radio permettant de vérifier la qualité de service, ces mesures sont transmises directement au BSC.
- Elle gère la liaison de données avec la BSC afin d'assurer la fiabilité du dialogue.
- La gestion de la liaison de données (données de trafic et de signalisation) entre les mobiles et la BTS.
- Elle a la charge de la transmission radio : modulation, démodulation, égalisation, codage et correcteur d'erreur [9].

La capacité d'une BTS est typiquement de 12 et une porteuse assure 7 communications simultanées par multiplexage, c'est-à-dire qu'elle peut supporter au plus une centaine de communications simultanées. [8]

#### **II.1.1.3. Contrôleur de la station de base**

Le contrôleur de station de base (BSC) C'est le nœud « intelligent » du sous-système radio BSS. Pour le trafic abonné venant des BTS, le BSC joue le rôle de concentrateur. Dans le même temps, le BSC remplit le rôle de relais pour les différents signaux d'alarme destinés au centre d'exploitation et de maintenance.

Le BSC gère plusieurs BTS et communique avec elles par le biais de l'interface Abis avec différentes configuration en étoile, par la configuration chaînée et par la configuration chaînée avec sectorisation.

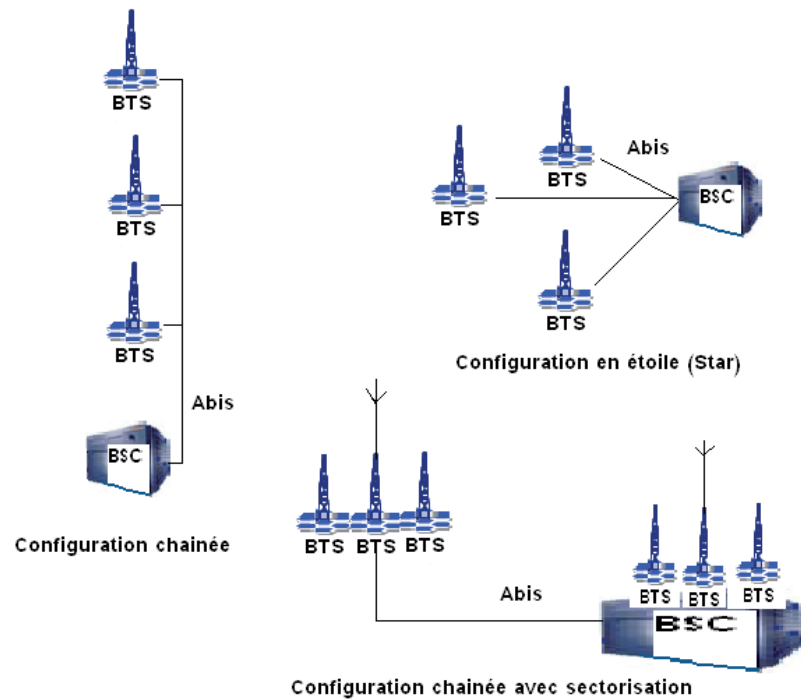


Figure I. 4 : Différentes configuration BSC-BTS.[8]

## II.1.2. Sous-système Réseau

Ce sous-système (NSS) comprend l'ensemble des fonctions nécessaires pour appels et gestion de la mobilité. Il prend en charge l'établissement d'appel, contrôle d'appel et routage d'appel entre les différents réseaux fixes et mobiles des centres de commutation et d'autres réseaux. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP ou RNIS. En plus il est le responsable de la gestion des abonnés. Il est composé des éléments suivants :

### II.1.2.1. Commutateur de services mobiles

Le commutateur de services mobiles (MSC) est relié au BSS via l'interface A. De plus il participe à la fourniture des services différents tels que la téléphonie, les services supplémentaires et les services messageries. Le MSC permet de mettre à jour le HLR et VLR pour la localisation des mobiles (LAC) connecté au réseau. Le MSC peut également posséder une fonction de passerelle (Gateway MSC) qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

Le MSC a comme rôle principal d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobiles et ceux du réseau commuté public (RTC) ou son équivalent numérique RNIS.

### **II.1.2.2. Enregistreur de localisation des visiteurs**

L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR) est une base de donnée liée au MSC donc il y en a plusieurs dans le réseau, sa mission est d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés actuellement connectés. Dans le VLR, chaque abonné est décrit en particulier par un identifiant et une localisation LA [9]. Grâce à ces informations, Cette gestion est importante car on doit connaître dans quelle cellule se trouve un abonné pour l'acheminement d'appel, et à chaque changement de la cellule par un abonné, le réseau doit mettre à jour le VLR du réseau visité.

### **II.1.2.3. Enregistreur de localisation nominale**

L'enregistreur de localisation nominale (HLR) est la base de données d'abonnés d'un réseau GSM contenant les informations relatives à ses abonnés pour les services de téléphonie mobile. Le HLR contient :

- **IMSI** (International Mobile Subscriber Identity) : C'est un numéro unique alloué à chaque abonné stocké dans la carte SIM et utilisé par le réseau pour la transmission des données de l'abonné.
  
- **MSISDN** (Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network) : C'est le numéro d'appel de l'abonné lié à l'IMSI dans le HLR, les appels destinés à l'abonné sont transcrits en numéro d'IMSI ce qui permet sa recherche et l'établissement de la communication.

### **II.1.2.4. Centre d'authentification**

La base de données du centre d'authentification (AUC) est une base de protection qui contient une copie d'une clé secrète, également contenue dans la carte SIM de chaque abonné. Cette dernière est utilisée pour l'authentification d'un portable et le cryptage des conversations.

### **II.1.2.5. Enregistreur des identités des équipements**

L'enregistreur des identités des équipements (EIR) est une base de données sauvegarde toutes les identités des équipements mobiles utilisés dans un réseau GSM (IMEI) utilisé pour plus de sécurisation par la vérification si un équipement a ou il n'a pas le droit d'accès au système [9]. Chaque poste mobile est enregistré dans l'EIR dans une :

- Liste blanche: Poste utilisable sans restriction.

- Liste grise : Poste sous surveillance (localisation d'appel utilisé par la Police).
- Liste noire : En cas de poste volé.

### **II.1.3. Sous-système D'exploitation et De Maintenance**

Ce sous-système (OSS) présente deux niveaux :

- Le **NMC** (Network Management Centre) : Permet l'administration générale de l'ensemble du réseau d'un opérateur par un contrôle centralisé.
- Les **OMC** (Operations and Maintenance Centre) : Permettent une supervision locale des équipements (BSC/MSC/VLR) et transmettent au NMC les incidents majeurs survenus sur le réseau. [5]. Ils se composent de :
  - L'**OMC-R** (OMC-Radio) : Un sous-système d'exploitation et de maintenance du BSS, prend en charge la supervision et le contrôle d'un ensemble de BSC et BTS.
  - **OMC-S** (OMC-Switching) : Un sous-système d'exploitation et de maintenance du NSS permet la centralisation de l'exploitation technique du sous-système réseau. Parmi les principales fonctions de l'OMC-S est la visualisation des états de différents organes (software et hardware) composant le sous-système réseau.

## **II.2. Interfaces du Réseau GSM**

Les interfaces sont utilisées entre les entités du réseau pour la transmission du trafic (paroles ou données) et pour les informations de signalisation. Dans le réseau GSM, les données de signalisation sont séparées des données de trafic. Toutes les liaisons entre les équipements GSM sauf avec la station mobile sont des liaisons numériques. La liaison entre BTS et MS est une liaison radio numérique [4].

- Interface **Um** : Appelé aussi Air ou radio, entre BTS et MS, Il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation.

Le téléphone portable et le sous-système radio communiquent par l'intermédiaire de l'interface Um, qui est une liaison radio.

- Interface **A-bis**: Entre BTS et BSC, Il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation.
- Interface **A** : Entre BSC et MSC. Il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation, Le sous-système radio et le sous-système réseau communiquent entre eux par biais de l'interface A.

Il y a aussi d'autres interfaces :

Nom de l'interface	Localisation	Utilisation
Um	MS –BTS	Interface radio
Abis	BTS – BSC	Divers
A	BSC – MSC	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'abonnés 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	MSC - EIR	Vérification de l'identité du terminal
B	MSC - VLR	Divers
H	HLR – AUC	Echange des données d'authentification

Tableau I. 1 : Les interfaces du réseau GSM.[2]

## II.3. Transmission radio

### II.3.1. Allocation des fréquences

Le GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Le GSM 900 utilise la bande 890 à 915 [Mhz] pour la transmission du terminal vers le réseau (Uplink), et la bande 935 à 960 [Mhz] pour la transmission en sens inverse (Downlink). La largeur de bande de chaque sens est divisée en 124 canaux de 200

Mhz de largeur. Ces canaux ne sont pas suffisants dans les grandes villes, donc, il s'est avéré nécessaire d'attribuer une bande supplémentaire aux alentours des 1800 Mhz. C'est le système DCS 1800 dont les caractéristiques sont quasi identiques au GSM en termes de protocoles et de service. Les communications montantes en faisant alors entre 1710 et 1785 [Mhz] et les communications descendantes entre 1805 et 1880 [Mhz].

### **II.3.2. Débit et Technique D'accès en GSM**

Le débit de 9.6 kbps proposé par le GSM est insuffisant, dans ce concept, ils ont pensé à développer de nouvelles techniques de modulations et de codages qui ont permis d'accroître le débit pour la nouvelle génération.

Pour augmenter la capacité du réseau, GSM utilise les deux techniques de multiplexage FDMA (Frequency Division Multiple Access) et TDMA (Time Division Multiple Access). Il utilise aussi une version filtrée de la modulation de phase appelée GMSK (Gaussian Modulated Shift Keying) [8].

	GSM	DCS 1800
Bande de fréquences Uplink Downlink	890 – 915 Mhz 935 – 960 Mhz	1710 – 1785 Mhz 1805 – 1880 Mhz
Ecart duplex (entre les deux bandes)	45 Mhz	95 Mhz
Rapidité de modulation	271Kbps	
Débit de la voix	13 Kbps 5.6 Kbps (Demi-débit)	
Débit maximale de données	12 Kbps	
Accès multiple	FDMA et TDMA	
Rayon des cellules	0.3 Km à 30 Km	0.1 Km à 4 Km
puissance	2 w (et 8 w)	1 W

Tableau I. 2 : Caractéristiques technique.[5]

## II.4. Canaux radio

### II.4.1. Canaux physiques

Un canal physique est le time slot lui-même de la trame. Pour augmenter la capacité du réseau, le GSM utilise deux techniques de multiplexage au niveau de l'interface Um : L'accès multiple à répartition en fréquence ou le partage en fréquence (FDMA) et L'accès multiple à répartition dans le temps ou le partage en temps (TDMA).

La Figure I.5 illustre un canal physique dans le système GSM en termes de domaine de temps et domaine de fréquence.

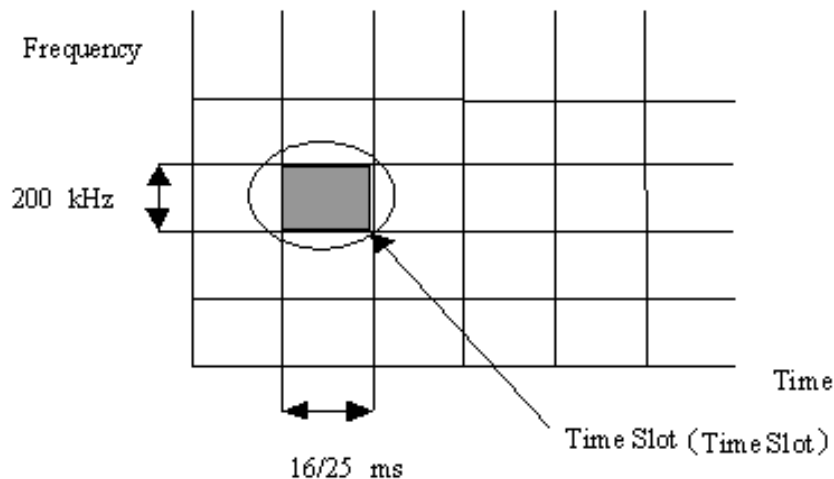


Figure I. 5 : Structure temps fréquence des canaux physiques. [4]

### II.4.2. Canaux logiques

Sur une paire de fréquence, un slot parmi 8 est alloué à une communication avec un mobile donné. Cette paire de slot forme un canal physique duplex.

Ce dernier forme la base de deux canaux logiques: [10]

- le TCH (Trafic Channel) qui porte la voie numérisée, mais aussi un petit canal de contrôle.
- le SACCH (Slow Associated Control Channel) qui permet principalement le contrôle des paramètres physiques de la liaison.



D'une manière plus générale, il faut prévoir une multitude de fonction de contrôle, en particulier :

- Diffuser les informations systèmes BCCH (Broadcast Control Channel).
- Prévenir les mobiles des appels entrants et faciliter leur accès au système CCCH (Common Control Channel).
- Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission (FACCH, SCH et SACCH).
- Fournir des supports pour la transmission de signalisation téléphonique (SDCCH).

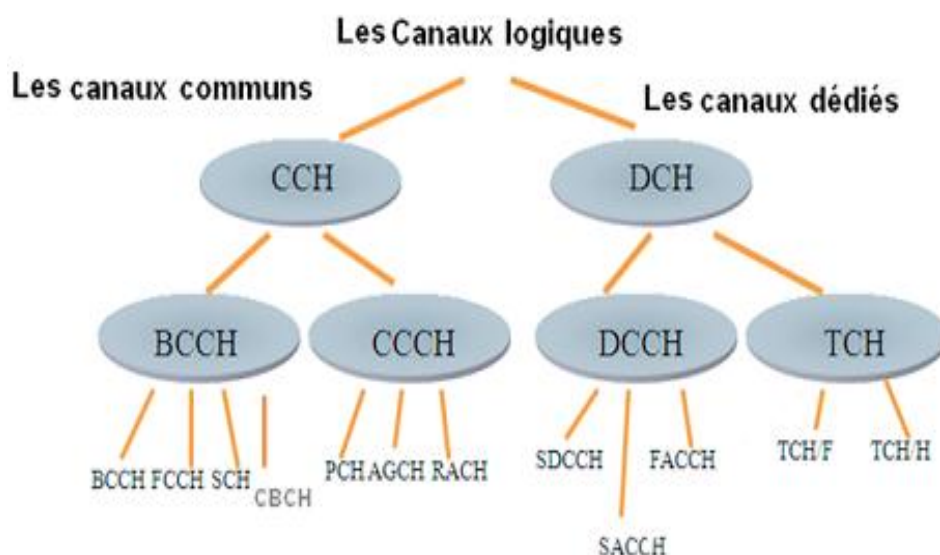


Figure I. 6 : les canaux logiques d'un réseau GSM.[7]

### III. PRESENTATION DU RESEAU 3G

L'expression UMTS (Universal Mobile Télécommunications System) désigne la norme cellulaire numérique de troisième génération. Ils ne se limitent pas au transfert de la voix mais ils peuvent également offrir une large gamme de services multimédia (visiophonie, transfert de fichiers, navigation sur le Web, ...etc.). Ils permettent aux utilisateurs une meilleure qualité de service.

### III.1. Architecture du Réseau UMTS

L'architecture générale d'un réseau UMTS est composée de trois entités :

- UE : L'équipement usager.
- UTRAN : Le réseau d'accès universel.
- CN : le réseau cœur.

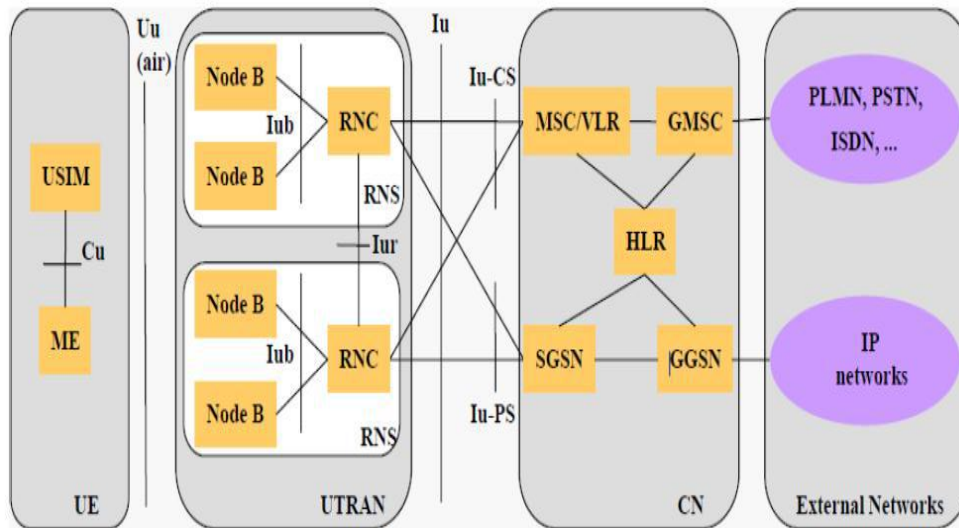


Figure I. 7 : Architecture du réseau UMTS.[11]

Ces trois entités qui réalisent chacun des opérations spécifiques sont séparés par des points de référence Uu et Iu qui jouent le rôle d'interface, c'est-à-dire une limite commune à deux systèmes permettant des échanges entre ceux-ci.

#### III.1.1. L'équipement Usager

L'équipement usager (UE) contient deux parties:

- L'équipement mobile ME : C'est un terminal radio utilisé pour les communications à travers l'interface radio Uu.
- L'USIM : C'est l'équivalent de la carte SIM en GSM, Il fournit l'identité de l'abonné, établit les algorithmes d'authentification, enregistre les clés d'authentification et de cryptage,...etc.

### III.1.2. Architecture de L'UTRAN

L'UTRAN est constitué de deux éléments :

- Le NodeB.
- Le RNC.

L'ensemble des NodeB et des RNC constitue l'équivalent de la sous architecture BSS vue précédemment dans le GSM. En réseau UMTS, on parlera de sous architecture UTRAN.

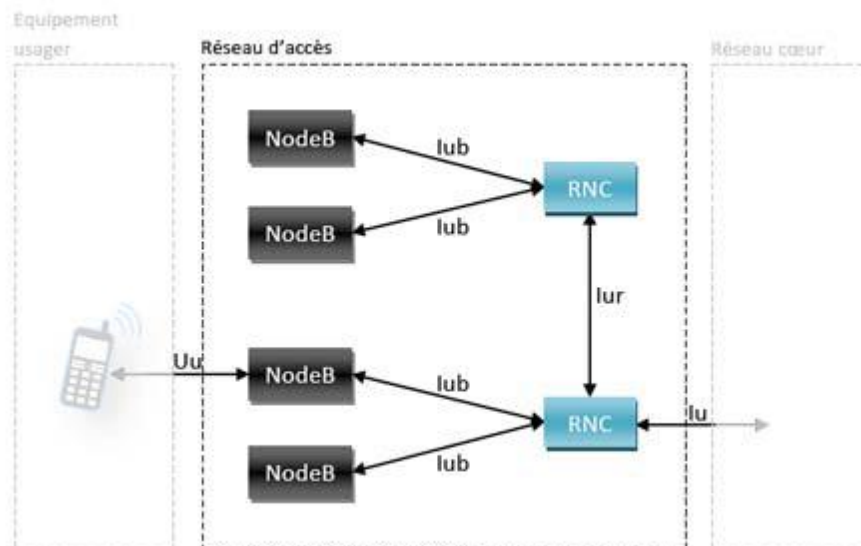


Figure I. 8 : UTRAN composants et interfaces.[6]

#### III.1.2.1. Node B

Il est l'équivalent de la BTS des réseaux GSM. Il a pour rôle de convertir le flot de données entre les interfaces Iub et Uu (l'interface air). Il participe également à la gestion de la ressource radio. Il assure aussi les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules de l'UTRAN.

#### III.1.2.2. RNC

Le RNC est un contrôleur de NodeB. Le RNC est encore ici l'équivalent du BCS dans le réseau GSM. Le RNC contrôle et gère les ressources radio en utilisant le protocole RRC (Radio Ressource Control) pour définir procédures et communication entre mobiles (par l'intermédiaire des NodeB) et le réseau. Le RNC s'interface avec le réseau pour les transmissions en mode paquet et en mode circuit. Le RNC est directement relié à un NodeB, il gère alors :

- Le contrôle de charge et de congestion des différents NodeB.

- Le contrôle d'admission et d'allocation des codes pour les nouveaux liens radio (entrée d'un mobile dans la zone de cellules gérées ...).

Il existe deux types de RNC : [1]

- Le Serving RNC qui sert de passerelle vers le réseau.
- Le Drift RNC qui a pour fonction principale le routage des données.

### **III.1.2.3. Interfaces de l'UTRAN**

Le réseau UMTS et les nouveaux services qu'il fournit, imposent une nouvelle conception et quatre nouvelles interfaces: [9]

- *Uu* : interface radio WCDMA (ou interface air) entre le mobile et le NodeB.
- *Iub* : entre le NodeB et le RNC.
- *Iur* : entre deux RNC différents, rien de comparable n'existe en GSM.
- *Iu* : il se divise en deux interfaces :
  - ***Iu-CS***: pour les données à commutation de circuits (voix) (vers le MSC/VLR).
  - ***Iu-PS*** : pour les données à commutation de paquets (vers le SGSN).

Cet interface a été définie d'une manière aussi générique que possible afin d'être capable de connecter des réseaux d'accès de technologies différentes au réseau cœur de l'UMTS comme les réseaux SRAN et UTRAN.

### **III.1.3. Architecture du Réseau Cœur**

Le réseau cœur CN (Core Network) qui est le responsable de la commutation et du routage des communications (voix, données) vers les réseaux externes. Le Core Network UMTS est constitué de deux domaines : Le domaine de la commutation de circuits CS et celui de la commutation de paquets PS [9].

Le GMSC est relié aux réseaux externes utilisant la commutation de circuits (PLMN,...) : Toutes les connexions CS entrantes ou sortantes passent par le GMSC, Le GGSN est un routeur qui est en relation avec les réseaux externes utilisant la commutation de paquets PS comme l'Internet [9].

## III.2. Transmission radio

### III.2.1. Bandes de fréquences utilisées dans l'UMTS

Les Fréquences allouées pour l'UMTS sont [1885-2025] MHz et [2110-2200] MHz. L'UIT (Union Internationale des Télécommunications) a désigné des bandes de fréquences pour les différentes de l'UMTS qui sont :

- **Duplex temporel TDD (Time Division Duplexing)** : 1885 à 1920 MHz et 2010 à 2025 MHz.
- **Duplex fréquentiel FDD (Frequency Division Duplexing)** : 1920 à 1980 MHz et 2110 à 2170 MHz.
- **Bandes satellites** : 1980 à 2010 MHz et 2170 à 2200 MHz.

La bande passante d'un canal est de 5MHz avec une largeur spectrale réelle de 4,685 MHz.

### III.2.2. Débits de l'UMTS

L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbit/s, mais fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassent 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 et la vitesse de déplacement de l'utilisateur :

- **En zone rurale** : 144 kbit/s pour une utilisation mobile (voiture, train, etc.).
- **En zone urbaine** : 384 kbit/s pour une utilisation piétonne.
- **En zone bâtiment** : 2000 kbit/s depuis un point fixe.

Grâce à son débit, 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.

### **III.2.3. Technique D'accès en UMTS**

Les réseaux de 3ème génération se basent essentiellement sur la technique d'accès CDMA, c'est un mode d'accès numérique pour le partage de la bande de fréquence. Elle est basée sur la technique d'étalement de spectre qui utilise des codes pour différencier les utilisateurs dans la même bande. Cette technique permet une capacité maximale de point de vue nombre d'utilisateurs en considérant le nombre immense de codes qu'on peut utiliser. Elle permet aussi une protection contre le brouillage, vu que la bande du signal va être très large, Cependant elle nécessite un contrôle de puissance très pointu [9].

L'UMTS utilise la technologie d'accès radio à accès multiple par répartition en code large bande (WCDMA) basé sur le CDMA pour offrir une efficacité spectrale et des débits supérieurs et une bande passante supérieures aux opérateurs de réseau mobile.

### **III.3. Canaux radio**

Trois types de canaux sont utilisés en UMTS pour la communication entre l'UE et le BTS. Il s'agit des canaux logiques, des canaux de transport et des canaux physiques. Chaque type de canal correspond à une couche donnée de protocoles. Et donc un mappage existe entre les différents types de canaux.

#### **III.3.1. Canaux Logiques**

Sont caractérisés par le type d'information qu'ils transportent. Ils sont donc de deux types :

- Les canaux logiques de contrôle utilisés pour véhiculer les informations dans le plan de contrôle : Broadcast Control Channel (BCCH), Common Control Channel (CCCH), Dedicated Control Channel (DCCH), Paging Control Channel (PCCH).
- Les canaux logiques de trafic pour le transport d'informations du plan usager : Common Traffic Channel (CTCH), Dedicated Traffic Channel (DTCH). Les canaux logiques sont proposés en tant que service de transfert de données par la couche de contrôle d'accès moyen à la couche supérieure.

#### **III.3.2. Canaux de Transport**

Le canal de transport offerts par la couche physique définit comment l'information est transféré. Il existe deux catégories de canaux de transport,

communs et dédiés. Les canaux communs peuvent être utilisés par plusieurs UE : Broadcast Channel (BCH), Common Packet Channel (CPCH), Forward Access Channel (FACH), Paging Channel (PCH), Random Access Channel (RACH). Alors que Les canaux dédiés ne peuvent être utilisés que par un seul UE : Dedicated Channel (DCH).

### III.3.3. Canaux Physiques

Représentent les circuits physiques de communication entre la BS et l'UE et donc chacun d'eux est constitué d'une fréquence porteuse, d'un code de canalisation et d'un code d'embrouillage. Parmi ceux-ci on peut citer le Physical Random Access Channel (PRACH), le Physical Common Packet channel (PCPCH), le Dedicated Physical Data Channel (DPDCH), le Dedicated Physical Control Channel (DPCCH), le Dedicated Physical Channel (DPCH), le synchronisation Channel (SCH), le Common Pilot Channel (CPICH), le Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH), le Secondary Common Control Physical Channel (S-CCPCH), le Paging Indicator Channel (PICH), le Physical Downlink Shared Channel (PDSCH), l'acquisition Indicator Channel (AICH), le CPCH Access Preamble Acquisition Indicator Channel (AP-AICH), le CPCH Collision Detection / Channel Assignment Indicator Channel (CD/CA-ICH), le CPCH Status Indicator Channel (CSICH).

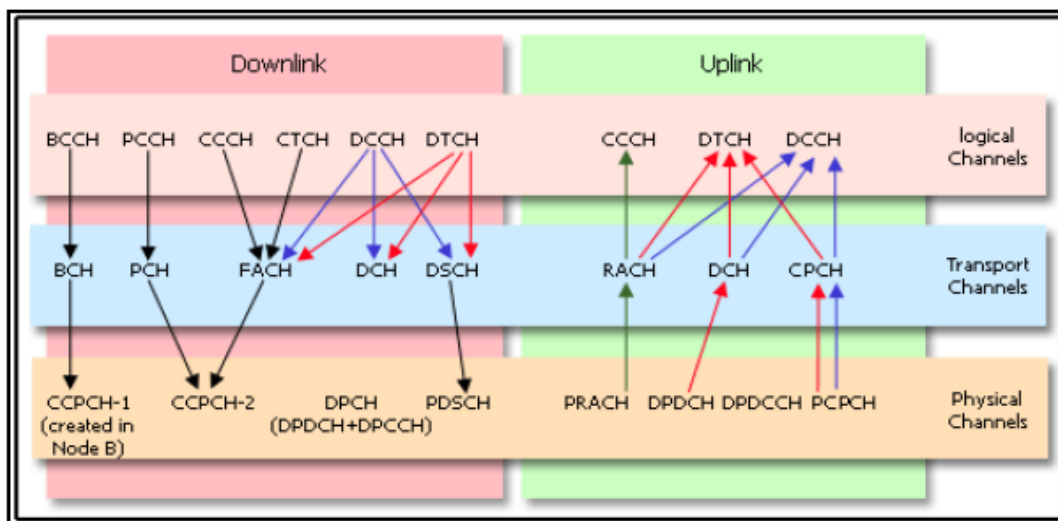


Figure I. 9 : Mapping between channels.[11]

## CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons défini les principaux aspects du réseau 2G et du réseau 3G, ainsi que de ses interfaces et notamment l'interface radio. L'un des importants résultats à dégager à partir de ce chapitre est que l'interface radio ainsi que la technique d'accès de 3G sont totalement différentes de celles du 2G.





**CHAPITRE II :**  
**PROCESSUS D'OPTIMISATION**  
**DES RESEAUX 2G/3G**



## **INTRODUCTION**

La planification d’un système cellulaire est une étape importante, souvent répété plusieurs fois dans le cycle de vie du réseau et l’optimisation radio permet la gestion, la vérification et l’amélioration de la performance du réseau.

Dans ce chapitre nous allons voir les objectifs de la planification ainsi que les processus d’optimisation, nous allons voir aussi les parties prenantes de ces processus d’optimisation, que ça soit les statistiques (KPI) ou les données des Drive test.

## **I. CONCEPTS GENERAUX**

Avant d’entamer à la planification, nous commençons par introduire quelques notions générales sur les contraintes de trafic et les contraintes radio en détaillant le rapport signal sur bruit et le rapport signal sur interférences dans le réseau 2G. Et la qualité de service ainsi que ses classes et la capacité et couverture de réseau 3G.

### **I.1. Réseau 2G**

#### ***I.1.1. Contraintes radio***

Le premier objectif d’un déploiement cellulaire est de garantir un lien radio en tout point de la zone à couvrir. La qualité de ce lien est définie principalement par 2 paramètres : le rapport signal sur bruit (C/N (canal / noise)) et le rapport signal sur interférences ((C/I (canal : interférences)) [12].

##### ***I.1.1.1. Rapport signal sur bruit C/N***

Le rapport signal à bruit est donné par le rapport entre la puissance du signal reçu et la densité de puissance du bruit en réception. Dans la gamme de fréquences utilisées en GSM, le bruit en réception est majoritairement un bruit thermique (ou bruit Johnson) lié à l’échauffement des électrons dans le système de réception [12].

### **I.1.1.2. Rapport signal sur interférences C/I**

#### ➤ Les interférences

Les interférences sont de 3 types : les interférences inter-symboles (IIS), les interférences inter-fréquences (IIF, encore appelées interférences canaux-adjacents), et les interférences Co-canal (ICC).

- **Les interférences inter-symboles** : caractérisent les interférences entre les impulsions successives d’une même source c’est à dire lorsqu’un bit est émis, le récepteur en reçoit plusieurs échos étalés dans le temps à cause de la différence de temps de parcours entre les différents chemins Emetteur-Récepteur [4].
- **Les interférences Co-canal (ICC)** : sont forcément importantes en GSM et sont directement liées à la norme elle-même.

En cas d’interférence si le niveau de signal voisin est inférieur à la portion en  $\leq 9\text{dB}$  ( $C/I < 9\text{dB}$ ) [13].

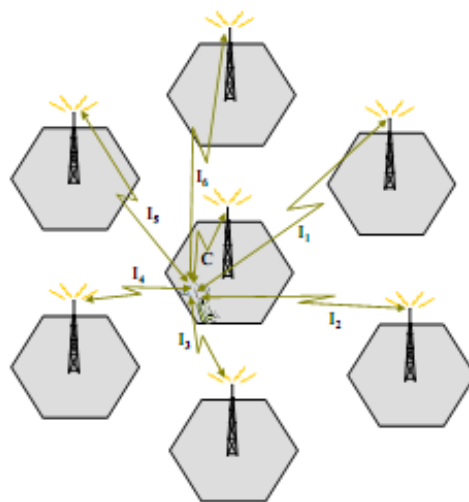


Figure II. 1: Interférences entre cellules voisines réutilisant la même fréquence sur un modèle hexagonal.[4]

- **Les interférences canaux adjacents (IIF)** : sont liées à la réutilisation de canaux de fréquences adjacents.

En cas d’interférence si le niveau de signal voisin est plus élevé que la signification de  $\geq 9\text{dB}$  ( $C/I < -9\text{dB}$ ) [13].

Les différents types d'interférences s'additionnent pour brouiller le signal reçu. On note  $I$  le total des interférences présentes pour un signal donné :  $I = IIS + ICC + IIF$ .

➤ **Le rapport C/I**

Les interférences sont prépondérantes sur le bruit. Ceci est typique des zones urbaines, dans lesquelles il y a nécessité de déployer plusieurs canaux sur les BTS afin de gérer le trafic important qui leur est propre [4].

Pour résoudre le problème des interférences l'opérateur doit bien choisir son motif de réutilisation de fréquences.

**I.1.2. Contraintes de trafic**

Dans un réseau GSM, il ne s'agit cependant pas seulement de garantir un lien radio, mais également de garantir un certain trafic. Le trafic est estimé statistiquement à partir de la densité de population et du type d'activité associée à chaque région. Par exemple, la probabilité d'appel dans une zone d'habitation est très différente de la probabilité d'appel dans une zone à forte densité d'activité professionnelle [4].

Les lois d'Erlang sont utilisées pour caractériser le taux d'appels téléphoniques. Cette loi est paramétrée par deux paramètres : [12]

- Le taux d'appel  $\mu$ , et les durées moyennes d'appel  $H$ .
- L'intensité du trafic par utilisateur s'exprime par :  $A_u = \mu \cdot H$   
Erlang (II-1)

Connaissant la densité de population associée à une zone géographique, il est facile de déterminer la densité de trafic par le produit :  $A = A_u \cdot dH$   
Erlang/Km<sup>2</sup> (II-2) Où  $dH$  : est la densité de population par km<sup>2</sup>.

Enfin, si l'on est capable de prédire la zone couverte par une cellule, il est alors possible d'estimer le trafic que la cellule doit absorber :  $A_{tot} = A \cdot S$  Erlang (II-3) Où  $S$  : est la surface de la cellule.

Les lois d’Erlang permettent alors de déterminer le nombre de canaux nécessaires pour absorber ce trafic statistique avec un taux d’échec donné.

La loi d’Erlang est donnée par la formule suivante :

$$PC = \frac{A_{tot}^{NC} \frac{1}{N!}}{\sum_{n=0}^N A^n \frac{1}{n!}} \quad (\text{II-4}) \quad \text{avec NC : est le nombre de canaux voix.}$$

Ainsi, à partir de la connaissance de la densité de trafic et de la surface couverte par un émetteur, il est possible de prédire le nombre de canaux à affecter à une cellule pour garantir un taux de blocage inférieur à un certain pourcentage (par exemple 2%).

On comprend bien alors que le déploiement d’un réseau GSM ne repose pas seulement sur une couverture radio mais sur une répartition intelligente des ressources radio sur un ensemble de stations de base.

## **I.2. Réseau 3G**

### ***I.2.1. Qualité de service dans les réseaux WCDMA***

La QoS est définie comme étant l’effet global produit par la qualité de fonctionnement d’un service qui détermine le degré de satisfaction de l’utilisateur du service. Elle doit considérer deux aspects importants qui sont la capacité d’un réseau à fournir le service avec un niveau bien déterminé, et comment satisfaire l’utilisateur final avec ce service, en termes d’usage, d’accessibilité, de continuité et de son intégrité [9].

#### ***I.2.1.1. Classes des services***

Les spécifications du 3GPP définissent quatre classes de qualité de service pour le transport des applications multimédia dans les réseaux WCDMA. La différence entre ces classes de QoS se base essentiellement sur des exigences sur le délai, le taux d’erreur binaire (BER) et la priorité de circulation. Les différentes classes de QoS sont comme le résume la figure ci-dessous : [14]

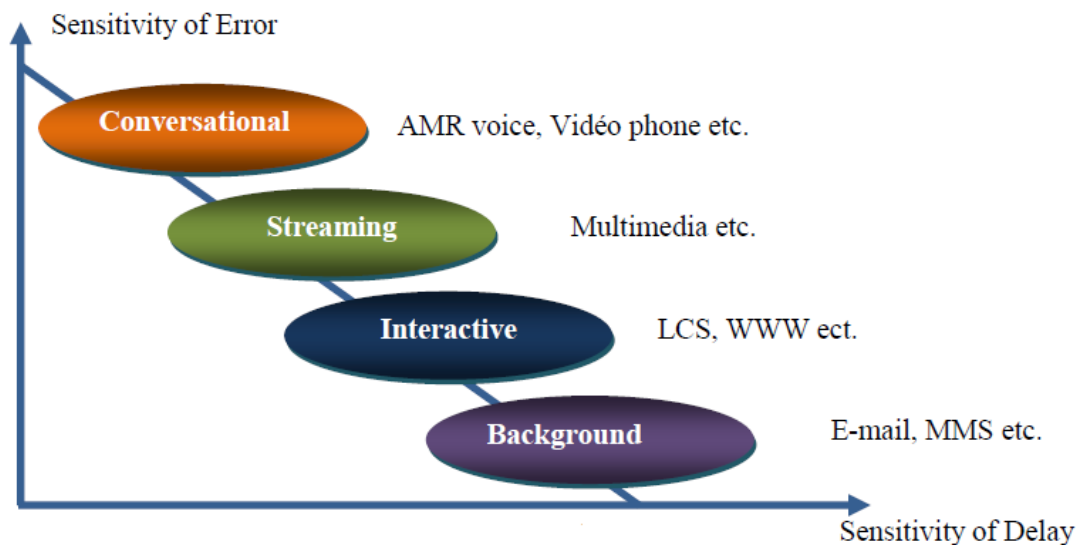


Figure II. 2 : Les classes de service en UMTS.[14]

➤ **La classe A ou Conversational :**

Le meilleur exemple de cette classe est la téléphonie. Elle peut être aussi utilisée pour les nouvelles applications Internet à aspect conversationnel en temps réel. Cette classe exige des contraintes strictes sur le délai de transfert des paquets ainsi que sur la variation du délai de transfert, la gigue [15].

➤ **La classe B ou Streaming :**

Cette classe est utilisée pour les flux unidirectionnels comme les applications de diffusion vidéo ou audio. Il n'existe pas de contraintes strictes sur le délai de transfert pour les applications « streaming ». Par contre, la variation du délai est un paramètre important parce qu'il est perceptible par l'utilisateur. Toutefois, cette contrainte sur la variation du délai reste tolérante grâce aux tampons du récepteur qui peuvent amortir les variations du délai si elles sont toujours inférieures à une limite donnée [16].

➤ **La classe C ou interactive :**

Cette classe est utilisée pour les applications qui nécessitent une interaction entre les deux extrémités de la communication. Un exemple d'application de cette classe est la navigation web. Elle est de type transactionnel. Elle nécessite une certaine contrainte sur le délai de transfert des paquets parce que l'utilisateur attend une réponse dans une fenêtre de temps. Cette contrainte

n'est pas stricte puisque ce sont des applications non temps réel. En revanche, cette classe doit assurer un taux de perte des paquets assez faible parce que les applications transportées par cette classe sont très sensibles aux pertes [14].

➤ **La classe D ou Background :**

C'est la classe la moins exigeante en termes de délai de transfert. Les applications transportées par cette classe sont des applications dont l'utilisateur n'attend pas les paquets.

La contrainte la plus importante est le taux de perte. Cette classe est très sensible à la perte de paquets. Les applications e-mail et SMS constituent des exemples de la classe Background [15].

### ***1.2.2. Capacité et couverture***

La couverture et la capacité sont donc deux grandeurs fortement liées dans les réseaux WCDMA.

#### ***1.2.2.1. Capacité***

La rentabilité du réseau est étroitement liée à sa capacité, c'est-à-dire à la quantité d'information pouvant être échangée simultanément. Dans le système UMTS, la capacité peut être définie comme le débit global écoulé dans le réseau par exemple. Le nombre maximal de communications ne dépend pas uniquement des ressources "dures", à savoir du nombre de codes disponibles, mais aussi des interférences, donc de la distribution de trafic dans le réseau et de ses caractéristiques [17].

#### ***1.2.2.2. Couverture***

Un mobile est couvert par le réseau si les trois conditions suivantes sont vérifiées : [17]

- Il peut décoder les informations sur le réseau. Le mobile doit recevoir au moins un signal pilote avec une qualité suffisante. Il s'agit de la couverture "pilote".



- La puissance requise pour la transmission de la station vers ce mobile est inférieure à la puissance maximale d'un canal de trafic. On dit alors que le mobile est couvert dans le sens descendant.
- La puissance requise pour la transmission de ce mobile vers la station de base est inférieure à la puissance maximale d'émission du mobile. Le mobile est alors couvert dans le sens montant.

Dans les trois cas, la couverture d'un mobile dépend fortement des interférences, donc de la distribution du trafic dans le réseau.

### ***1.2.3. Niveau et qualité du signal***

#### ***1.2.3.1. Niveau de signal RSCP***

RSCP (Received Signal Code Power (UMTS)) représente le niveau de la puissance reçue de la fréquence pilote d'une station de base (NoeudB ou NB). Dans le cadre de la 3G, le multiplexage est réalisé par code, plusieurs NodeB peuvent transmettre sur la même fréquence, avec des codes spécifiques. Le RSCP permet de calculer le niveau de puissance d'une station de base, c'est-à-dire après démultiplexage du code [18].

#### ***1.2.3.2. Qualité du signal $E_c/N_0$***

C'est le rapport entre l'énergie reçue par la puce (= bit de code) et le niveau d'interférence, généralement donnée en dB. En cas de véritable interférence présente, le niveau d'interférence est égal au niveau de bruit. Cependant, dans un réseau UMTS l'UE reçoit normalement des signaux à partir de plusieurs stations de base. Par conséquent, il est possible que, même à un emplacement à proximité d'une station de base, avec une grande RSCP, aucune connexion ne soit possible, en raison de niveaux d'interférence haute d'une seconde station de base à proximité. Cet effet est appelé " pollution pilote " [18].

## **II. PLANIFICATION DU RESEAU CELLULAIRE**

La planification d'un réseau cellulaire est un processus très délicat et le résultat conditionne le succès de l'opérateur. En effet un réseau mal planifié se traduit par une qualité d'appel médiocre, un taux de perte d'appel important et un taux de blocage élevé.

La planification d'un réseau a pour but d'atteindre un trafic de haute capacité, elle constitue l'une des tâches primordiales de l'opérateur du réseau. En d'autres termes on veut qu'un grand nombre d'abonné par km<sup>2</sup> puissent utiliser le système, tout en maintenant un degré de service et une qualité acceptable.

### **II.1. Objectif de la planification**

L'objectif de la planification d'un réseau peut être résumé de cette façon :  
Etant donné les caractéristiques de l'environnement à couvrir (caractéristique géographique et de propagation), les caractéristiques des abonnés à desservir (densité, comportement d'usager) et une bande de fréquence, il faut minimiser le coût d'infrastructure radio et réseau en fonction de la couverture radio, de la taille des cellules, des plans de fréquence et de la topologie du réseau. Par conséquent, la planification du réseau suivra des objectifs différents en fonction de la zone à planifier : [12]

- En zone urbaine l'objectif est d'assurer une capacité en trafic suffisante (desservir un nombre d'abonnés élevé).
- En zone rurale (zone à faible densité d'abonné), l'objectif est d'assurer la couverture la plus complète possible (rayon de cellule d'une dizaine de kilomètre) sans nécessité de capacité élevée.

La planification d'un réseau cellulaire consiste à définir sa couverture et sa capacité, celles-ci sont vitales pour un opérateur.

### **II.2. Processus de la planification radio**

Le processus de planification du réseau comprend plusieurs phases, qui peuvent être combinées à un niveau supérieur pour former des phases principales différentes selon les logiques. Le processus de planification du réseau radio est divisé en cinq principales étapes, dont quatre se trouvent avant le lancement du réseau et la dernière après le lancement du réseau. En réalité, le processus de

planification du réseau est un cycle sans fin en raison de modifications des paramètres de conception [19].

Les critères de planification du réseau constituent l’entrée pour la phase de pré-planification. Elle fournit les premiers emplacements de site sur la carte en fonction des informations saisies lors de la phase de dimensionnement, ce qui donne la configuration initiale du réseau.

Le processus se poursuit avec une planification de la couverture plus détaillée après la planification de la recherche et de la transmission du site. La planification de la capacité est également incluse dans la phase de planification.

La planification détaillée couvre la planification des fréquences, de voisinage et des paramètres. Après une planification détaillée, le réseau est prêt pour la vérification et l’acceptation, ce qui termine les activités de pré-lancement. Après le lancement, les activités continuent avec optimisation [19].

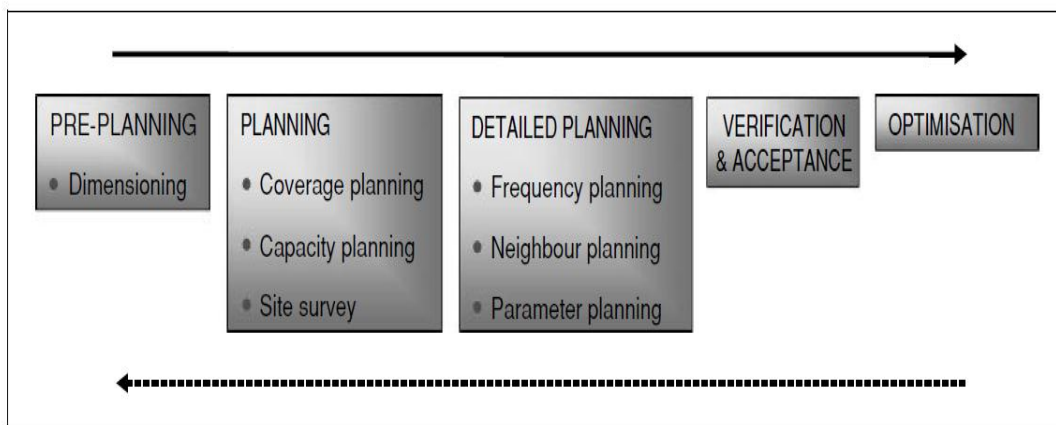


Figure II. 3 : Les étapes du processus de planification. [19]

### II.2.1. Pré-planification

La phase de pré-planification couvre les affectations et la préparation avant le début de la planification du réseau, le dimensionnement est la partie principale de la phase de planification.

### **II.2.2. Dimensionnement**

Le dimensionnement d'un réseau radio est un processus qui permet d'estimer, à partir des besoins et des exigences de l'opérateur, le nombre d'équipements nécessaires ainsi que leurs configurations. Il est courant de distinguer les trois catégories suivantes d'exigences définies chacune par différents paramètres : [17]

- **Couverture** : zones de couverture, types d'environnement, propriétés de propagation.
- **Capacité** : spectre disponible, prévisions d'abonnés, densité de trafic.
- **Qualité de service** : probabilité de couverture, taux de blocage, débits utilisateur.

Le dimensionnement doit prendre en compte les contraintes radio et les contraintes de trafic. Les principaux objectifs du dimensionnement sont de définir les bilans de puissance, la couverture, la capacité et d'estimer le nombre de sites, de stations de base.

### **II.2.3. Planification**

La phase de planification prend en compte le dimensionnement, la configuration initiale du réseau. C'est la base de la planification nominale, ce qui signifie la couverture du réseau radio et la planification de la capacité avec un outil de planification [19].

Le résultat de la phase de planification est le plan final et détaillé de couverture et de la capacité.

### **II.2.4. Planification détaillée**

Une fois la phase de planification terminée et que l'emplacement et les configurations sont connus, la planification détaillée peut être lancée. La phase de planification détaillée comprend la planification de la fréquence, de voisinage et des paramètres.

### ***II.2.5. Vérification et acceptation***

Une fois la phase de planification terminée, cette phase (phase d'optimisation de pré-lancement) a comme but d'assurer le fonctionnement optimal du réseau.

L'optimisation de pré-lancement est une optimisation de haut niveau mais n'entre pas dans les détails, par contre, l'optimisation du réseau se poursuit après le lancement et passe à un niveau plus détaillé. À ce stade, le niveau de détail est plus facile à atteindre en raison de l'augmentation du trafic [19].

### ***II.2.6. Optimisation***

Une fois le réseau est opérationnel, les activités liées à la planification et à l'optimisation ne s'arrêtent pas car l'optimisation du réseau est un processus continu. L'optimisation radio est la partie la plus importante et surtout la plus difficile, elle consiste à surveiller, vérifier et améliorer les performances du réseau radio [19].

## **III. OPTIMISATION DU RESEAU CELLULAIRE**

L'optimisation radio est l'une des principales étapes d'amélioration des performances des réseaux des télécommunications. C'est la détermination des meilleures solutions et mettre en œuvre une activité avec une efficacité maximale ou c'est l'identification et la rectification des problèmes affectant à la performance en respectant les contraintes d'une infrastructure de réseau existant [20].

### **III.1. Objectif de l'optimisation radio**

L'objectif de l'optimisation est de s'assurer que le réseau fonctionne à un rendement optimal et dans la qualité de service des contraintes définie. Ce résultat est obtenu en mettant en œuvre des mesures correctives et des procédures pour rectifier des problèmes de réseau identifiés à travers l'analyse des paramètres de performance de gestion de surveillance [19].

Ainsi l'optimisation d'un réseau cellulaire est motivée par deux objectifs principaux: l'amélioration de la qualité de service offerte aux utilisateurs et

l'augmentation du volume de trafic écoulé par le réseau avec les équipements existants [15].

### III.2. Processus d'optimisation du réseau radio

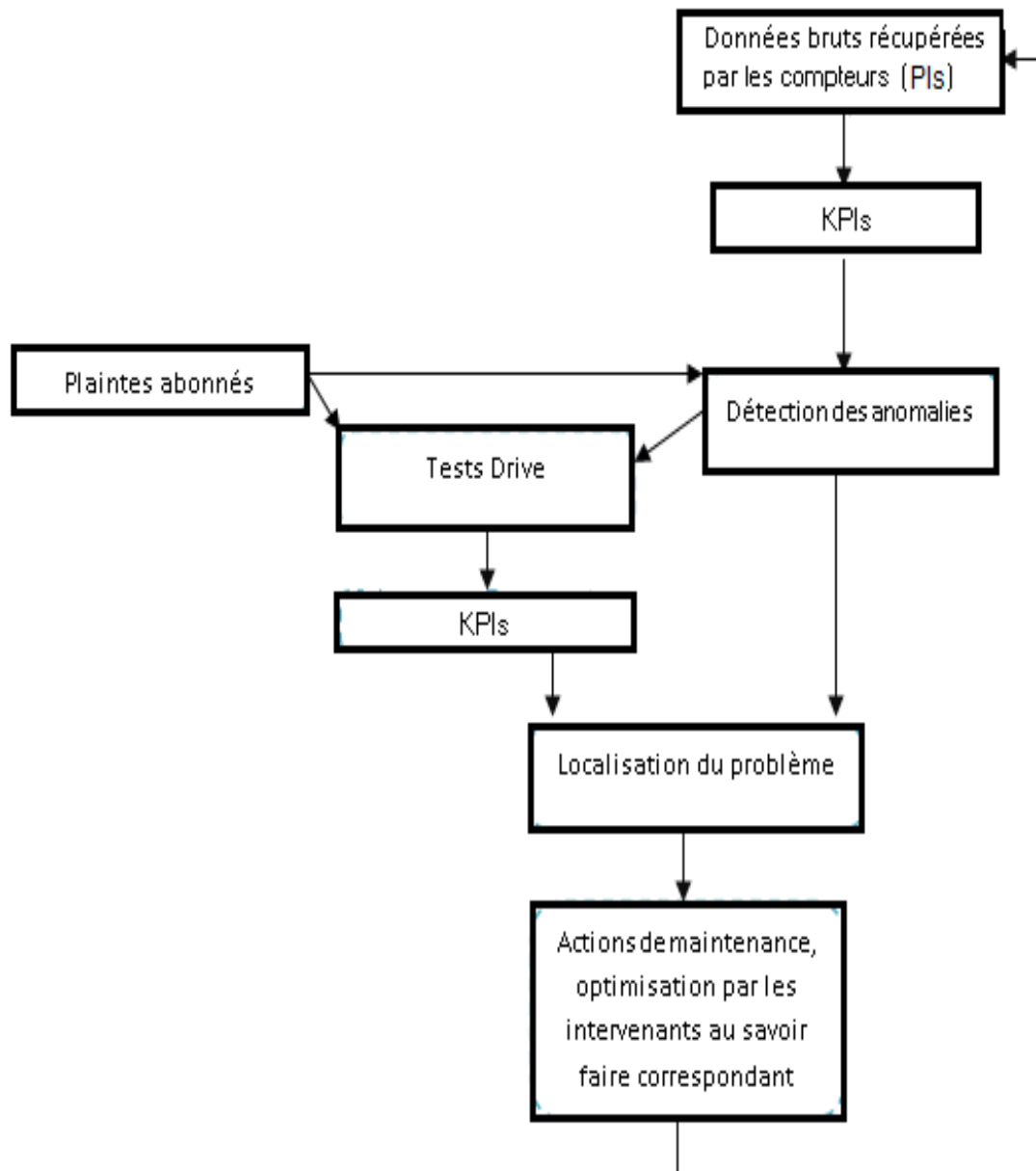


Figure II. 4 : Schéma général du processus d'optimisation. [21]

Ce processus comme le montre la figure ci-dessus, commence par la supervision des performances du réseau à travers des statistiques, les données

recupérées par des compteurs, servant à calculer ses indicateurs clés de performance (KPIs).

L’analyse de ces KPIs permet de sélectionner les zones où il y a des anomalies, puis localiser la source du problème, afin d’élaborer des actions à entreprendre pour optimiser notre réseau. Il arrive que les indicateurs soient insuffisants pour détecter les problèmes dans le réseau, alors des parcours de tests (Drive Tests) seront réalisés afin de mieux cerner les causes. Le processus peut aussi être enclenché suite à des plaintes d’abonnés si le système de supervision de l’opérateur n’anticipe pas l’avènement des causes qui ont conduit à ces plaintes. Des actions correctives sont déduites de l’analyse des KPI après la canalisation des anomalies [20].

Après la validation et l’implémentation des actions, on reprend la boucle dès le début pour voir si les anomalies détectées sont corrigées, parce que parfois les améliorations qui sont faites peuvent provoquer des problèmes dans d’autres paramètres [21].

Les statistiques et les drives tests sont les principales méthodes utilisées pour surveiller la performance du réseau.

### **III.3. Statistiques et indicateurs de performance clés**

#### ***III.3.1. Statistique***

Les statistiques sont la manière la plus efficace pour surveiller les performances du réseau. La surveillance du réseau est un élément principal pour atteindre la meilleure qualité du service.

C’est une étape intéressante de l’optimisation radio, elle permet de définir l’état, en termes de congestion des canaux logiques tels que le canal de trafic, le canal d’assignation d’un canal de trafic et le canal d’accès [22].

Les statistiques sont prises à partir de l’OMC-R dans le réseau 2G qui contrôle le sous-système radio et par le RNC dans le réseau 3G [8].

### **III.3.2. Utilisation des statistiques**

La notion des statistiques dans les réseaux mobiles se rapporte à un ensemble général de métrique qui aide l'opérateur dans trois directions principales : [23]

- D'abord, évaluer les performances du réseau.
- Ensuite, analyser les défauts et vérifier les améliorations.
- En fin, dimensionner l'extension du réseau.

En utilisant les statistiques, deux éléments devraient être distingués : [15]

Des compteurs purs (indicateurs élémentaires de performance, ou PI's), qui sont des valeurs incrémentales des événements, généralement sans pertinence significative si elles sont manipulées individuellement. Ils fournissent des données sur un aspect spécifique (Ex : nombre d'appels) mais, pratiquement, il est difficile d'interpréter leurs valeurs.

Les indicateurs de performance (KPI's), qui sont des formules calculées en se basant sur les PI's, traduisent mieux l'expérience de l'abonné.

### **III.3.3. Compteurs OMC-R**

L'analyse des différents compteurs mesurés au niveau de l'OMC (remontés par les BSCs à l'OMC-R) sont faites sur un intervalle de temps précis et liées à un événement survenu dans le réseau. Elle sert aux calculs des indicateurs de qualité de service (par combinaison de ces compteurs). Ces indicateurs donnent une mesure représentative de la performance du réseau. L'analyse de ces indicateurs (données issues de l'OMC et transformées en des pourcentages) est très essentielle pour la supervision de la qualité de service. Il y a plusieurs indicateurs calculés à partir des mesures OMC-R [13].

### **III.3.4. Indicateurs de performance KPI**

Les indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, KPIs) peuvent être définies comme ensemble de résultats qui mesurent les performances durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier. Le KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux indicateurs de performance (Performance Indicators, PIs). Le PIs peut être extrait d'un secteur, une cellule, un TRX ou à un niveau d'une cellule adjacente [15].



L'analyse des indicateurs de performances KPI permet le suivi de la qualité de service. En effet, ces indicateurs permettent la localisation des anomalies dans le réseau et par la suite, l'identification des causes de ces problèmes afin de faire les actions correctives nécessaires. Il existe deux types d'indicateurs : [13]

- **Les indicateurs globaux** : ils résument l'efficacité de tout le réseau. Ils sont employés pour la quantification globale du réseau et l'estimation de l'impact d'une mauvaise qualité sur le client. Ils permettent aussi la comparaison entre les réseaux (concurrences, etc.).
- **Les indicateurs intermédiaires** : ils nous renseignent sur l'efficacité des services intermédiaires du réseau, et par conséquent, ils impliquent les indicateurs globaux.

Ces indicateurs permettent : la détection, l'identification et la localisation des problèmes dans le réseau, ainsi que l'identification des causes.

### **III.3.5. Formule**

Une formule signifie une combinaison mathématique des compteurs qui a comme conséquence un indicateur significatif. Définir une formule en utilisant plusieurs PIs aide pour identifier un KPI. Comme expliqué avant, le KPI donne plus de flexibilité et de clarté à l'opérateur dans l'interprétation du comportement du réseau.

## **III.4. Drive test**

Le drive test a pour rôle de vérifier l'efficacité de la liaison radio en termes de couverture, qualité et capacité. Il est fait en voiture par l'utilisation d'une MS ou UE en mode connecté (Dedicated mode) et une source GPS (Global Position System). Les deux sont liés au logiciel TEMS Investigation installé dans un PC portable. Cet ensemble permet de lire les informations fournies par le GPS sur le positionnement de la MS ou de l'UE et les sites. Il permet aussi de décoder les opérations effectuées par le mobile [8].

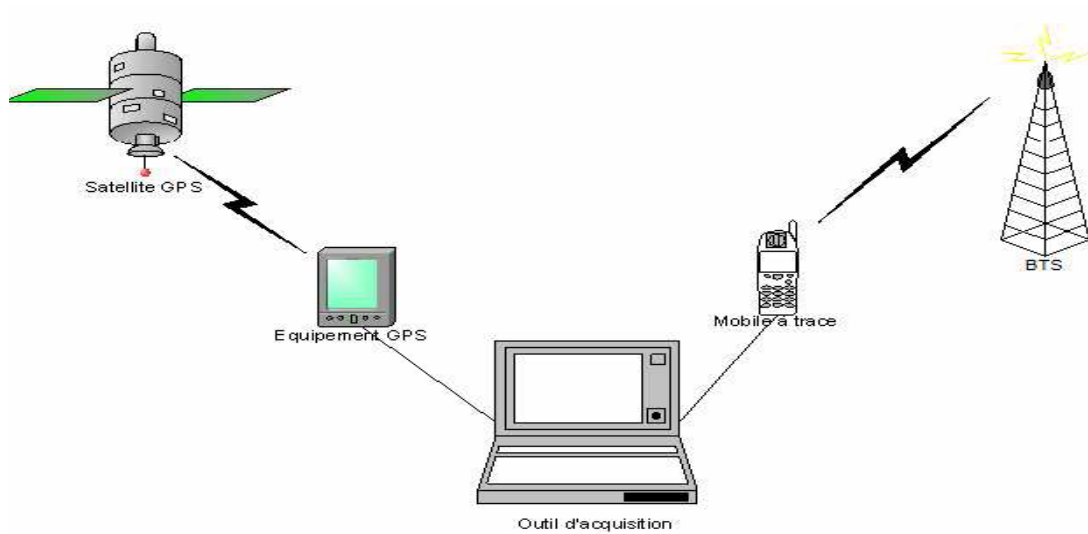


Figure II. 5 : Montage des équipements de mesure.[15]

Les équipements utilisés lors d'un drive test sont : [23]

- Un logiciel spécifique installé sur un PC portable.
- Deux terminaux mobiles spécifiques munis de deux antennes externes placées sur le toit de la voiture, le premier mobile est utilisé pour établir un appel d'essai, le second scanne les fréquences de la zone radio.
- Un récepteurs GPS (Geographical Position System) pour la localisation géographique des points de mesures.
- Un scanner pour mesurer le niveau du champ et la qualité de l'environnement radio.

Un software spécial installé sur un ordinateur Portable: pour l'acquisition, l'enregistrement et le traitement des mesures récupérées. Le Software qu'on a utilisé est TEMS Investigation [14].

Tout le long du trajet, la MS (UE) fait des mesures instantanées. Les données sont présentées en temps réel et seront stockées dans des fichiers.

Les fonctions du Drive Test :

- Analyser les plaintes des clients.
- Identifier le problème sur la BTS.

- Analyser des résultats du processus d'optimisation.

Les modes de Drive Test

1) Mode Dédié / Continue / LongCall Mode :

- Effectuer des appels de manière continue durant le processus de Drive Test.
- Lancer un appel avant d'entamer le chemin de Drive test, et l'appel ne se terminera pas jusqu'à la fin de la route.

2) Mode veille /Idle Mode:

- En continuant le processus de Drive Test, la MS est allumée mais aucun appel n'est passé durant cette période.

Les paramètres radio du réseau 2G :

RxLevel : est le niveau de signal reçu par le mobile. Il est exprimé en dBm, il varie entre -30 dBm jusqu'à -102 dBm (-30dBm c'est la puissance fournie par la BTS, -102dBm ou -110dBm tout dépend de la sensibilité du mobile).

RxQuality : est la qualité de la liaison radio entre la BTS et le mobile, il varie entre 0 et 8.

TA : est le temps qui mesure la distance entre la BTS et mobile, il est codé sur 6 bits.

SQI : l'indice de qualité de la parole, il indique la qualité de la parole au mobile.

C/I : c'est le rapport signal/bruit, il présente la qualité de la liaison radio

## CONCLUSION

L'optimisation radio a une importance majeure dans le cycle de vie d'un réseau cellulaire puisqu'elle est la base pour la qu'elle le réseau sera maintenu dans sa totalité fonctionnelle.

Dans ce chapitre nous avons présenté le processus d'optimisation radio, en détaillant la notion des statistiques et leurs utilisations, ensuite on a présenté l'opération de drive test qui consiste à faire des tests réels de la liaison montante et descendante entre la MS (UE dans la 3G) et la BTS (NodeB dans la 3G) pour améliorer la couverture et la qualité de service.

**CHAPITRE III :  
LES PARAMETRES RADIO DE  
RESEAU 2G/3G**



## INTRODUCTION

Les paramètres radio sont des outils essentiels pour l'optimisation des réseaux cellulaires. Un mobile à l'état de veille doit effectuer l'ensemble des procédures telles que la sélection PLMN, la sélection/ré-sélection de la cellule, et lorsqu'il est à l'état connecté, la continuité des appels est assurée par d'autres procédures telles que le Handover.

Dans ce chapitre, on va voir les différents paramètres radio utilisés dans chaque cellule pour gérer ces procédures.

## I. LES PARAMETRES RADIO DU RESEAU 2G

### I.1. Paramètres de sélection/ré-sélection d'une cellule

Une station mobile (MS) sous tension doit pouvoir recevoir des appels, le mobile est alors dans un (état de veille). En mode veille, le mobile doit lui-même trouver la meilleure cellule dans chaque zone. La sélection se fait à l'aide de deux critères nommés C1 et C2 [13].

#### ***I.1.1. Paramètres de sélection de cellule***

Le processus de sélection de cellule tente à trouver la cellule la plus convenable. S'il n'y a aucune cellule appropriée dans le réseau (PLMN), la MS déclenche la procédure de sélection de cellule [8].

Une MS sous tension calcule régulièrement la quantité de sélection de cellule C1, la cellule doit garantir que la quantité C1 est supérieure à zéro ( $C1 > 0$ ). La quantité C1 est calculée selon la formule suivante:

$$C1 = (RXLEV - RXLEV\_ACCESS\_MIN) - \text{MAX}((MS\_TXPWR\_MAX\_CCH - P), 0) \rightarrow \text{(III-1)}$$

Avec :

**RXLEV** : est le niveau du signal reçu.

**RXLEV\_ACCESS\_MIN** : est le niveau minimal auquel la MS est autorisée à accéder au système.

**MS\_TXPWR\_MAX\_CCH** : est la puissance maximale du CCH autorisée à la MS quand elle accède au système.

**P** : est la puissance maximale transmise de la MS.

**MAX (X, Y)** = X; si  $X \geq Y$ . **MAX (X, Y)** = Y; si  $Y \geq X$ .

### **I.1.1.1. RXLEV\_ACCESS\_MIN**

C'est le paramètre qui indique le niveau minimal du signal reçu pour que la MS puisse accéder au système [24].

Si le système accède à la MS lorsque le niveau du signal de réception est très faible, le réseau ne peut pas fournir une qualité de communication satisfaisante à l'utilisateur et les ressources radio sont perdues. Pour empêcher un tel accès, le système GSM stipule que si une MS souhaite accéder au réseau, son niveau de réception doit être supérieur à un niveau de seuil, c'est-à-dire **RXLEV\_ACCESS\_MIN**.

Ce paramètre est un nombre décimal qui varie de 0 à 63, correspondant en dBm de -110 à -47 [24]. Et sa signification est indiquée dans le tableau ci-dessous :

<b>RXLEV_ACCESS_MIN</b>	<b>Signification</b>
47	> -48 dBm (level 63)
48	-49 ~ -48 dBm (level 62)
...	...
108	-109 ~ -108 dBm (level 2)
109	-110 ~ -109 dBm (level 1)
110	<-110 dBm (level 0)

*Tableau III. 1 : Codes du paramètre RXLEV\_ACCESS\_MIN. [24]*

### **I.1.1.2. MS\_TXPWR\_MAX\_CCH**

C'est le paramètre qui indique la puissance maximale de transmission autorisée à la MS quand elle accède au système [8].

Pendant la communication entre le MS et le BTS, la puissance transmise du MS est contrôlée par le réseau. Le réseau définit la puissance du MS à l'aide de la commande Power Command, qui est transmise sur le SACCH. La station mobile doit extraire l'en-tête de la commande du SACCH de la liaison descendante et prend la puissance transmise spécifiée comme puissance de sortie. Si le niveau de puissance de la MS ne peut pas fournir la valeur de puissance, elle fournira la puissance d'émission la plus proche qui peut être fournie.

Ce paramètre est un nombre décimal, en dBm, varie de : [8]

- 5 à 35dBm, en nombres impaires, pour GSM 900 MHZ,
- 0 à 30dBm, en nombres paires, pour GSM 1800 MHZ.

### **I.1.2. Paramètres de ré-sélection de cellule**

Une fois que la MS a sélectionné une cellule, elle restera dans la cellule sélectionnée tant qu'aucun changement majeur ne se produira dans diverses conditions. Simultanément, la MS commence à mesurer le niveau du signal de la porteuse BCCH des cellules adjacentes, et

enregistre les six cellules adjacentes avec les niveaux de signal les plus élevés et en extrait les différents messages système et les messages de contrôle de chaque cellule adjacente. Lorsque les conditions appropriées sont remplies, la MS passe de la cellule actuelle à une autre, ce processus est appelé ré-sélection de cellule.

Pour la ré-sélection de cellule, le critère C2 remplace le critère C1, le critère C1 fait partie de l'équation du critère C2, calculé selon la formule suivante:

$$C2 = C1 + \text{CELL\_RESELECT\_OFFSET} - \text{TEMPORARY\_OFFSET} \times H(\text{PENALTY\_TIME} - T) \text{ Pour } \text{PENALTY\_TIME} \neq 31 \rightarrow (\text{III-2})$$

$$C2 = C1 - \text{CELL\_RESELECT\_OFFSET} \text{ Pour } \text{PENALTY\_TIME} = 31 \rightarrow (\text{III-3})$$

Avec:

$$H(x) = \begin{cases} 0 & \text{pour } x < 0 \\ 1 & \text{pour } x \geq 0 \end{cases}$$

**T** : est un Timer initialisé à 0, lorsqu'une cellule est raccordée par la MS à la liste de six cellules adjacentes de niveau du signal le plus haut. Le Timer commence à compter par unité de trame TDMA (4.62 ms) jusqu'à la cellule soit supprimée de la liste, donc le Timer va être remis à 0 pour cette cellule [24].

**CELL\_RESELECT\_OFFSET**: est une valeur de correction manuelle au paramètre C2.

**TEMPORARY\_OFFSET**: est une valeur de correction temporaire pour le paramètre C2.

**PENALTY\_TIME**: est le temps lorsque le **TEMPORARY\_OFFSET** affecte le paramètre C2.

#### ***1.1.2.1. Cell Reselection Offset (CRO), Temporary Offset (TO), Penalty Time (PT)***

##### **➤ CELL\_RESELECT\_OFFSET (CRO)**

Est utilisé pour corriger le paramètre C2 désélection de la cellule. Ce paramètre est un nombre décimal, en dB, compris entre 0 et 63, variant de 0 à 126 dB, au pas de 2 dB. Sa valeur par défaut est égale à 0.

##### **➤ TEMPORARY\_OFFSET (TO)**

A pour fonction de donner une correction négative à C2 pendant la période comprise entre le début du Timer T (la valeur initial) et le moment où il atteint la valeur spécifiée de **PENALTY\_TIME**.

##### **➤ PENALTY\_TIME (PT)**



Est le temps à laquelle TEMPORARY\_OFFSET fonctionne sur le paramètre C2. Ce paramètre est un nombre décimal, en secondes, compris entre 0 et 31 (20 à 620secondes). La valeur de 31 est réservée pour changer la direction de l'effet du CRO sur le paramètre C2. Sa valeur par défaut est 0 [24].

Les paramètres de ré-sélection de cellule CRO, TO et PT. Lorsque l'indicateur des paramètres de sélection de cellule (PI), qui consiste d'un seul bit, est à 1, ces paramètres sont diffusés dans la cellule. Si le PI est à 0, la MS suppose qu'ils soient à 0 ( $C2 = C1$ ), alors elle utilise C1 pour ré-sélectionner une cellule [8].

#### ***1.1.2.2. Cell Reselection Parameter Indication (PI)***

L'indication de paramètre de ré-sélection de cellule (PI) est utilisée pour indiquer à la MS si elle doit utiliser C2 comme paramètre de ré-sélection de cellule et s'il existe le paramètre de calcul de C2.

Le PI se compose d'un seul bit, où "1" indique que la MS doit extraire des paramètres des messages système diffusés par la cellule pour calculer la valeur C2 en tant que critère de ré-sélection de cellule. Le "0" indique que la MS doit utiliser C1 comme critère de ré-sélection des cellules ( $C2 = C1$ ). Si C2 est utilisé comme paramètre de ré-sélection de cellule, le PI doit être défini sur 1. Sinon, il doit être mis à 0.

#### ***1.1.2.3. Cell Selection Hysteresis***

Si la station mobile ré-sélectionne une cellule appartenant à une nouvelle zone délocalisation (LA), elle doit initialiser une mise à jour de localisation. Bien que la durée entre deux ré-sélections de cellule soit inférieure à 15 secondes, elle est extrêmement courte pour faire une mise à jour de localisation. Alors pour éviter une fluctuation de ré-sélection de cellule, les spécifications de GSM désignent que la différence entre le niveau du signal des cellules adjacentes (d'une différent LA) et le niveau du signal de la cellule courante du MS doit être supérieure à la spécifique hystérésis de sélection de cellule [24].

Ce paramètre est un nombre décimal en dB varie de 0 à 14, et il est par défaut égale à 4.

#### ***1.1.2.4. Additional Reselection Parameter Indication (ACS)***

Est utilisé pour notifier à un MS s'il utilise le paramètre C2. Il consiste en un seul bit dont la signification est décrite ci-dessous:

Dans le message système 3, l'ACS n'a pas de sens et le fabricant de l'équipement doit régler le bit sur 0.

Dans le message système 4, lorsque l'ACS = 0, cela signifie que s'il reste un octet dans le message système 4, la MS en extrait le paramètre PI relatif à la ré-sélection de cellules et les paramètres associés permettant de calculer C2. Lorsque ACS = 1, cela signifie que la MS

extrait de l'octet restant des messages système 7 ou 8 le paramètre PI relatif à la ré-sélection de cellules et les paramètres associés pour le calcul de C2 [24].

Dans la configuration des cellules communes, les messages système 7 et 8 sont rarement utilisés. Par conséquent, l'ACS doit généralement être défini sur 0.

## **I.2. Handover**

Le Handover est une fonction très importante dans un réseau cellulaire, il a pour principal but d'assurer la continuité des appels durant le passage entre les cellules, il est aussi utilisé pour balancer le trafic entre les cellules [8]. Ce qui suit sont quelques causes les plus probables de Handover: [9]

- Intensité du signal est trop faible.
- La qualité du signal est trop mauvaise.
- Les signaux d'interférences est trop grande.
- L'utilisateur Mobile est loin de la station de base.

### ***I.2.1. Type de Handover***

#### ***I.2.1.1. Intra-cellHandover :***

Le Handover est achevé par le BSC à laquelle la cellule est appartient.

#### ***I.2.1.2. Intra-BSC/inter-cell Handover:***

Les deux cellules avant et après Handover sont des cellules différentes sous la même BSC. Le Handover ne nécessite pas de MSC et il est complété par BSC.

#### ***I.2.1.3. Intra-MSC/inter-BSC Handover:***

Les deux cellules avant et après le Handover sont sous BSC différents, et les deux BSC sont contrôlés par un MSC. Le Handover est complété par MSC et les deux BSC.

#### ***I.2.1.4. Inter-MSC Handover :***

Les deux cellules avant et après Handover sont sous MSC différente. Le Handover est achevé par deux MSC et deux BSC dans laquelle les deux cellules appartiennent.

### **I.2.2. Paramètres de base d'un Handover**

Selon les spécifications du GSM, la décision d'un Handover est prise après une série de valeurs moyennes mesurées N de niveau et de la qualité du signal et aussi l'avance de synchronisation (TA) [25].

Avec :  $1 \leq P \leq N \leq 32$ . Par défaut la valeur P est prise à 3 et N est prise à 4.

#### **I.2.2.1. Handover dû aux interférences**

Le Handover est dû à : [25]

- une réception d'une mauvaise qualité dans les liaisons montante/descendante.
- un niveau du signal élevé.
- La MS entrant dans une zone d'interférence prédéfinie.

Dans une zone d'interférence, si le niveau du signal est élevé et son qualité est mauvaise, un Handover peut être déclenché, et aussi dans le cas contraire, si le signal à une bonne qualité et leur niveau est faible, le Handover peut être exécuté[8].

1. (**HoUIIntfThs, HoUIIntfN, HoUIIntfP**) : le Handover est déclenché si P de N des interférences moyennes du signal de la liaison montante est supérieure au seuil **HoUIIntfThs**. (Le Handover est dû à une interférence trop forte sur la liaison montante).
2. (**HoDIIntfThs, HoDIIntfN, HoDIIntfP**) : le Handover est déclenché si P de N des interférences moyennes du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil **HoUIIntfThs**. (Le Handover est dû à une interférence trop forte sur la liaison descendante).

**HoUI/DIIntfThs** : est un nombre entier variant de 0 à 63 correspond en dBm de -110 dB m à 47 dBm. Il est par défaut égal à 30 (-81 dBm ~ -80 dBm) [25].

#### **I.2.2.2. Handover dû au faible niveau du signal**

Il est causé par un faible niveau de signal dans la liaison montante/descendante. Lorsque le niveau est inférieur à la valeur prédéfinie, un appel peut être perdu, donc le Handover est déclenché pour assurer la continuité de l'appel.

1. (**HoUILevThs, HoUILevN, HoUILevP**) : le Handover est déclenché si P de N du niveau moyen de signal de la liaison montante est inférieure au seuil **HoUILevThs**. (Le handover est dû à un signal trop faible sur la liaison montante).
2. (**HoDILevThs, HoDILevN, HoDILevP**): le Handover est déclenché si P de N du niveau moyen de signal de la liaison descendante est inférieure au seuil **HoDILevThs**. (Le Handover est dû à un signal trop faible sur la liaison descendante).

3. **HoUI/DILevThs** : est un nombre décimal variant de 0 à 63 correspond en dBm de -110 dBm à -47 dBm. Souvent, il est par défaut égal à 15 (i.e. -96 dBm ~ -95 dBm) [25].

### ***1.2.2.3. Handover dû à une mauvaise qualité du signal***

Si la qualité reçue est tellement mauvaise qu'elle dépasse le seuil, le Handover est déclenché pour améliorer la qualité de l'appel [25].

1. (**HoUIQualThs**, **HoUIQualN**, **HoUIQualP**) : le Handover est déclenché si P de N de la qualité moyenne du signal de la liaison montante est supérieure au seuil **HoUIQualThs**. (Le Handover est dû à une mauvaise qualité de signal sur la liaison montante).
2. (**HoDIQualThs**, **HoDIQualN**, **HoDIQualP**) : le Handover est déclenché si P de N de la qualité moyenne du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil **HoUIQualThs**. (Le Handover est dû à une mauvaise qualité de signal sur la liaison descendante).

**HoUI/DIQualThs** : est un nombre entier variant de 0 à 7 correspond en BER (Bit Error Rate) de 0% à 13%. Généralement, il est par défaut égal à 5 [25].

### ***1.2.2.4. Handover à une meilleure cellule (PBGT)***

Le Handover de budget de la puissance est couramment utilisé dans les zones urbaines, le PBGT (Power Budget) est calculé par le BSC chaque fois que les mesures sont reçus. Durant la décision du Handover, il suffit que le PBGT soit supérieur à 0. Le PBGT est le résultat de niveau du signal des cellules adjacentes moins le niveau du signal de la cellule serveuse, si le résultat est supérieur à 0, les conditions du Handover PBGT sont satisfaisantes [8].

**HoMargin** (n) : le Handover est déclenché si le PBGT de certaine cellule voisine est supérieur à **HoMargin** (la marge du Handover des cellules voisines).

### ***1.2.2.5. Handover dû à une longue distance MS-BTS***

La distance MS-BTS dépasse le rayonnement maximal de la cellule quand le mobile s'éloigne de la station de base, donc un Handover est déclenché pour attacher la MS à une proche BTS.

(**HoMsDistThs**, **HoMsDistN**, **HoMsDistP**) : le Handover est déclenché si P de N du TA moyen est supérieure au seuil de la distance MS-BTS (**HoMsDistThs**) [8].

Le TA : est un nombre décimal variant de 0 à 63 tel que la valeur 63 correspond à une distance de 35 Km [25].

### I.3. Contrôle de puissance

Le contrôle de la puissance de transmission d'une station mobile ou d'une station de base permet de réduire la consommation de l'énergie au niveau de la MS et la BTS, et diminuer les interférences dans le réseau, donc améliorer la qualité de la communication.

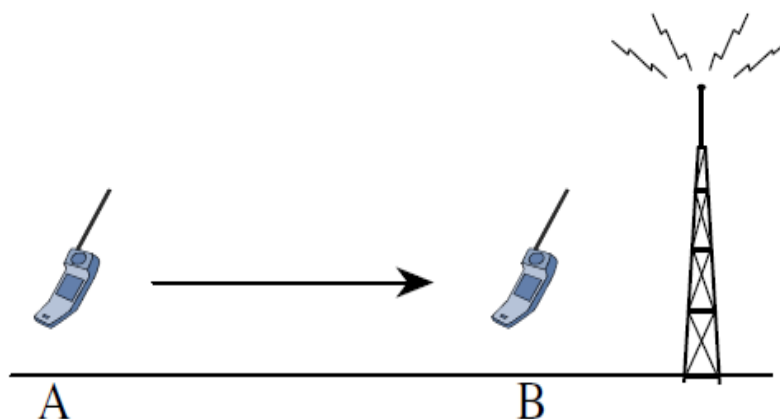


Figure III. 1 : Contrôle de la puissance [25]

Le mobile dans la position A émet à une puissance élevée pour prendre en compte les pertes du chemin alors, le mobile proche de la BTS (position B) émet à une puissance réduite car les pertes de chemin sont petites, aussi pour ne pas chevaucher les émetteurs /récepteurs (TRX) de la BTS.

#### I.3.1. Processus de contrôle de puissance

Les données de mesure de la station de base et de la MS sont des données brutes utilisées pour la prise de décision dans le processus de contrôle de la puissance. Ces données brutes sont traitées et analysées avant de prendre une décision de contrôle pertinente. La figure ci-dessous illustre le processus de contrôle de puissance [25].

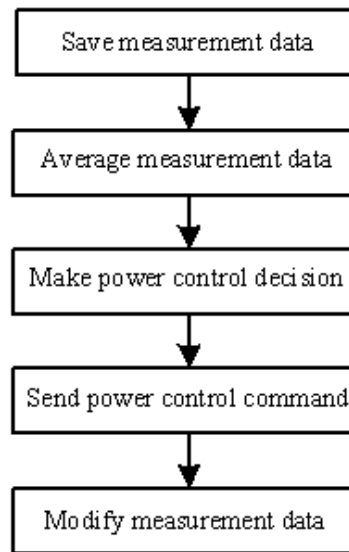


Figure III. 2 : Processus de contrôle de puissance [25]

- **Save measurement data**

Les données de mesure liées au contrôle de puissance comprennent:

- Niveau du signal de liaison montante et qualité du signal de liaison montante.
- Niveau du signal de liaison descendante et qualité du signal de liaison descendante.

- **Average measurement data**

Afin de réduire l'influence de la transmission radio complexe sur les données de mesure, plusieurs valeurs moyennes des données de mesure sont utilisées pour prendre une décision de contrôle de puissance.

Au cours de ce processus, les paramètres peuvent être différents pour différents types de données de mesure, c'est-à-dire que le nombre de données de mesure utilisées peut être différent.

- **Make power control decision**

Trois paramètres sont requis pour la décision de contrôle de puissance: un seuil, une valeur N et une valeur P.

Si P de N de la dernière valeur moyenne est supérieure à la valeur de seuil, cela signifie que le niveau du signal est trop élevé ou que la qualité du signal est trop bonne. Si P de N de la dernière valeur moyenne est inférieure à la valeur de seuil, cela signifie que le niveau du signal est trop faible ou que la qualité du signal est trop mauvaise [25].

- **Send power control command**

Selon la décision de contrôle de puissance, la commande de contrôle correspondante est envoyée à la station de base, qui l'exécute ensuite ou la transmet à la MS.

- **Modify measurement data**

Une fois le contrôle de puissance effectué, les données de mesure brutes et les valeurs moyennes sont inutiles. Pour éviter de prendre une décision de contrôle de puissance incorrecte, ces données doivent être soit abandonnées, soit modifiées avant d'être utilisées.

### ***1.3.2. Paramètres de contrôle de la puissance***

Le contrôle de la puissance est fait dans la liaison montante/descendante selon l'intensité et la qualité du signal s'ils sont très meilleurs ou mauvaises, donc ils sont ramenés autour d'un seuil défini par l'opérateur [25].

#### ***1.3.2.1. Contrôle de la puissance dû au niveau du signal***

L'intensité du signal est représentée par un nombre décimal variant de 0 à 63 correspondant en dBm de -110 dBm à -47 dBm [25].

Selon les spécifications GSM, la décision de contrôle de puissance est prise après l'obtention d'une série de valeurs moyennes. Le processus de jugement est comme suit :

1. (**PcUIInclLevThs**, **PcUIInclLevN**, **pcUIInclLevP**) : la MS augmente la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison montante est inférieure au seuil **PcUIInclLevThs**. (L'intensité du signal est faible dans la liaison montante).
2. (**PcDIInclLevThs**, **PcDIInclLevN**, **PcDIInclLevP**) : la BTS augmente la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison descendante est inférieure au seuil **PcDIInclLevThs**. (L'intensité du signal est faible dans la liaison descendante).
3. (**PcUIRedLevThs**, **PcUIRedLevN**, **PcUIRedLevP**) : la MS diminue la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne de la liaison montante est supérieure au seuil **PcUIRedLevThs**. (L'intensité du signal est très élevée dans la liaison montante).
4. (**PcDIRedLevThs**, **PcDIRedLevN**, **PcDIRedLevP**) : la BTS diminue la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil **PcDIRedLevThs**. (L'intensité du signal est très élevée dans la liaison descendante).

#### ***1.3.2.2. Contrôle de la puissance dû à la qualité du signal***

La qualité du signal est un nombre décimal varie de 0 à 7, elle est mesurée par le **taux d'erreur** de bit (BER) qui est un pourcentage varie de 0% à 13% [8].

Le processus de jugement est comme suit :

1. (**PcUIInclQualThs**, **PcUIInclQualN**, **PcUIInclQualP**) : la MS augmente la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison montante est

supérieur au seuil **PcUIInclQualThs**. (La qualité du signal est mauvaise dans la liaison montante).

2. (**PcDIInclQualThs**, **PcDIInclQualN**, **PcDIInclQualP**) : la BTS augmente la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison descendante est supérieur au seuil **PcUIInclQualThs**. (La qualité du signal est mauvaise dans la liaison descendante).
3. (**PcUIRedQualThs**, **PcUIRedQualN**, **PcUIRedQualP**) : la MS diminue la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison montante est inférieur au seuil **PcUIRedQualThs**. (La qualité du signal est très bonne dans la liaison montante).
4. (**PcDIRedQualThs**, **PcDIRedQualN**, **PcDIRedQualP**) : la BTS diminue la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison descendante est inférieur au seuil **PcUIRedQualThs**. (La qualité du signal est très bonne dans la liaison descendante).

## **I.4. Sélection et ré-sélection de cellules**

En mode veille, l'équipement utilisateur (UE) sélectionne une cellule appropriée de celle sélectionnée du réseau mobile terrestre public (PLMN) pour camper sur elle. Après la sélection des cellules l'équipement utilisateur (UE) s'attache et s'enregistre à l'un ou les deux des réseaux de cœur (CN) supporté par le PLMN. L'équipement utilisateur effectue (UE) également une ré-sélection de cellule en fonction des mesures radio. La ré-sélection de cellule assure que l'équipement utilisateur (UE) est toujours campé sur la cellule qui donne la plus forte probabilité pour une connexion réussie [26].

Les mesures utilisées dans les processus de sélection et de ré-sélection de cellules sont CPICH RSCP et CPICH Ec/No.

Avec :

- Ec/No : Qualité du signal CPICH.
- RSCP : Niveau de signal CPICH.

### ***I.4.1. Les paramètres de Sélection et ré-sélection de cellule***

#### ***I.4.1.1. sIntraSearch***

Ce paramètre est utilisé pour prendre la décision sur le moment auquel les mesures intra-fréquences doivent être effectuées. Utilise le critère suivant :

$$sIntraSearch \geq qQualmeas - qQualMin \text{ (III-4)}$$

- valeurs trop élevées : les critères de sélection sont satisfaits plus facilement, plus de ré-sélections.



- valeurs trop basses : les critères de sélection sont satisfaits plus durement, moins de ré-sélections.

Ce paramètre compris entre 0 à 27, avec une unité : 2dB.

0: non envoyé, 1: -32dB, 2: -30dB .... 27: 20dB

#### **I.4.1.2. sInterSearch**

Ce paramètre est utilisé pour prendre la décision pour démarrer les mesures interférences. Utilise le critère suivant:

$$sInterSearch \geq qQualmeas - qQualMin \quad (III-5)$$

Qqualmeas : est la valeur de qualité mesurée par l'UE, exprimée en CPICH Ec/No

#### **I.4.1.3. MaxTxPowerUI**

La puissance d'émission maximale de l'équipement utilisateur (UE) sur le RACH lors de l'accès au système est utilisée dans les fonctions de l'équipement utilisateur (UE) pour la sélection/ré-sélection de cellules en mode veille et en mode connecté, elle est également utilisée par l'UTRAN pour contrôler le niveau de puissance d'émission maximale que peut utiliser un équipement utilisateur(UE). Si la puissance d'émission de liaison montante de l'équipement utilisateur (UE) est supérieure à la valeur de puissance indiquée, l'équipement utilisateur doit réduire la puissance à un niveau inférieur à cette valeur de puissance [26].

Ce paramètre doit être étudié lorsque les problèmes suivants sont observés : [9]

- Un déséquilibre de couverture de liaison montante et de pilote (une restriction élevée de puissance Tx d'UE).
- Aucune cellule appropriée à cause possible d'une restriction élevée au paramètre.

Ce paramètre est compris entre -50 à 33,100(100 signifie que la valeur du paramètre n'est pas utilisée) (en dBm). Sa valeur par défaut est égale à 33.

#### **I.4.1.4. QQualMin**

C'est le niveau de qualité minimum (Acceptable) requis dans la cellule en (dB). Il est utilisé pour définir la frontière de la cellule entre deux cellules utilisées dans les fonctions de l'équipement utilisateur (UE) pour la sélection de cellules / ré-sélection en mode veille et en mode connecté [26].

- Valeurs trop basses: les critères de sélection sont satisfaits plus durement, moins de ré-sélections.
- Valeurs trop élevées: les critères de sélection sont satisfaits facilement, plus de ré-sélections.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé : [9]

- Aucune cellule appropriée à cause d'une haute restriction sur la valeur du paramètre.

Il est compris entre -24 à 0,100 (100 signifie que la valeur du paramètre n'est pas utilisé) (en dB). Sa valeur par défaut est égale à -18.

#### **I.4.1.5. QRxLevMin**

Il indique le niveau d'intensité du signal minimale requise dans la cellule. Il est utilisé dans les fonctions de l'équipement utilisateur (UE) pour la sélection / ré-sélection de cellules en mode veille et en mode connecté [26].

- Valeurs trop basses : moins de ré-sélections.
- Valeurs trop élevées : plus de ré-sélections.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé: [9]

- Aucune cellule appropriée à cause d'une haute restriction sur la valeur du paramètre.

Ce paramètre est compris entre -115 à -25,100(100 signifie que la valeur du paramètre n'est pas utilisé) en dBm. Sa valeur par défaut est égale à -111.

#### **I.4.1.6. QHyst1**

L'hystérésis de ré-sélection de cellule utilisée dans les fonctions d'équipement utilisateur (UE) dans le mode veille et connecté, et la valeur d'hystérésis qui est lue dans les informations de système de la cellule de service.

Lorsque le classement est réglé sur CPICH RSCP (QualMeasQuantity=1), la valeur est définie par le paramètre QHyst1.

#### **I.4.1.7. QHyst2**

L'hystérésis de ré-sélection de cellule utilisée dans les fonctions d'équipement utilisateur (UE) dans le mode veille et connecté est la valeur d'hystérésis (QHyst) qui est lu dans les informations système de la cellule de service.

Lorsque le classement est réglé sur CPICH Ec/No (QualMeasQuantity=2), la valeur est définie par le paramètre QHyst 2.

- Valeurs trop élevées : cellule de service sert plus longtemps.
- Valeurs trop basses : Cellule de service sert moins de temps.

Ce paramètre est compris entre 0 à 40, résolution : 2. Sa valeur par défaut est égale à 0.

**QualMeasQuantity:** Utilisé pour décider si le classement 3G pour la sélection et la ré-sélection de cellules est basé sur  $E_c/N_0$  ou RSCP.

#### **I.4.1.8. QOffset1sn**

Le décalage de la puissance du signal entre les deux cellules qui sont lues dans les informations de système de la cellule de service, lorsque QualMeasQuantity est réglé sur CPICH RSCP pour qOffset1sn [26].

#### **I.4.1.9. QOffset2sn**

Le décalage de la puissance du signal entre les deux cellules qui sont lues dans les informations de système de la cellule de service, lorsque QualMeasQuantity est réglé sur CPICH  $E_c/N_0$  pour qOffset2sn [26].

- Si le décalage de ré-sélection de cellule Q Offset 1sn (CPIC RSCP) ou Q Offset1sn (CPIC RSCP) entre la cellule campée et la cellule souhaitée est trop positif, le classement dans la procédure de ré-sélection de la cellule désirée devient très faible.
- Si le décalage de ré-sélection de cellule Q Offset 1sn (CPIC RSCP) ou Q Offset 1sn (CPIC RSCP) de la cellule source à la cellule cible est une valeur positive, le décalage de la cellule cible à la cellule source doit être de même valeur, mais en négatif. Sinon, l'UE pourrait à plusieurs reprises le camp sur eux, c'est à dire de ping-pong.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé : [9]

- L'échec de ré-sélection de cellule à cause de réglages des paramètres incorrects.

Ce paramètre compris entre -50 à 50 (en dB). Sa valeur par défaut est égale à 0.

## **II. PARAMETRES RADIO DU RESEAU 3G**

### **II.1. Handover**

Le Handover est par définition le transfert automatique intercellulaire. Il ne se produit qu'en cours de communication, lorsque le mobile franchit les limites de la cellule et il permet

d'éviter les coupures de communication en bordure de cellule et réduit significativement l'interférence créée dans le réseau [20].

### **II.1.1. Types de Handover**

Trois types de Handover sont définis dans le système UMTS :

- Le soft Handover.
- Le softer Handover.
- Le hard Handover.

#### **II.1.1.1. Soft Handover**

Le soft Handover permet au mobile d'être connecté simultanément à plusieurs NodeB, donc la transmission n'est pas interrompue au cours du changement de cellule [9].

Durant un soft Handover, le terminal mobile se trouve dans la zone de couverture commune à deux stations de base. L'état où un mobile est en liaison avec deux stations de base ou plus est appelé macro diversité. Les communications entre le terminal mobile et les stations de base utilisent simultanément deux canaux radio, un pour chaque station de base.

#### **II.1.1.2. Softer Handover**

Le softer Handover se produit quand le terminal mobile se trouve dans une zone de couverture à deux secteurs adjacents d'un NodeB, les communications avec le NodeB empruntent simultanément deux canaux radio, un pour chaque secteur. Deux codes d'étalement doivent alors être utilisés dans le sens DL afin que le terminal mobile puisse distinguer les deux signaux issus des deux secteurs et on a donc deux connexions simultanées pour cet usager. Dans le sens UL, les signaux provenant du terminal sont reçus par les deux secteurs de NodeB et routés vers le même récepteur.

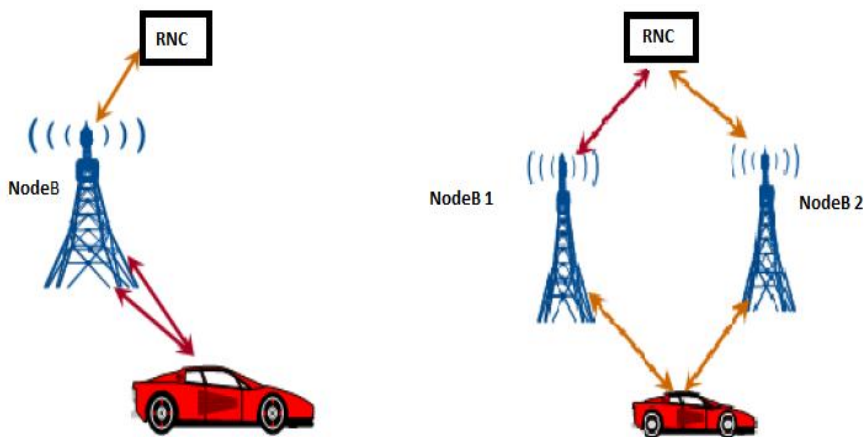


Figure III. 3 : Soft and Softer handover. [15]

### II.1.1.3. Hard Handover

Il existe deux autres types de hard Handover : le hard Handover inter-fréquences qui permet à un terminal mobile de passer d'un spectre de fréquence à un autre et le hard Handover inter-systèmes qui permet au terminal mobile de passer d'un système à un autre comme d'un mode FDD à un mode TDD ou pour passer d'un système 2G à un système 3G (pendant la période de coexistence des deux systèmes).

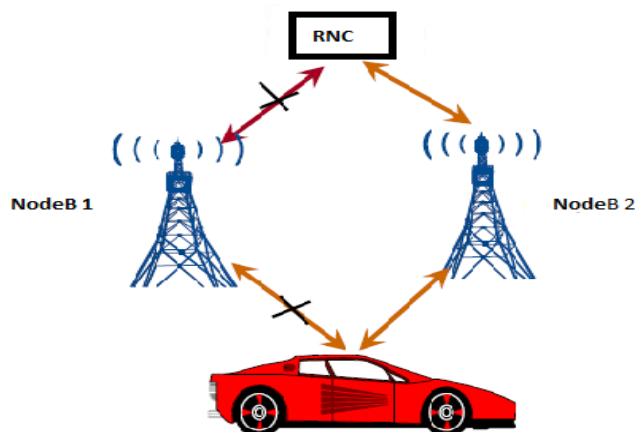


Figure III. 4 : Hard Handover. [15]

## II.1.2. Paramètres de Handover

### II.1.2.1. CellIndividual Offset

Valeur de décalage pouvant être assigné à chaque cellule, il peut être une valeur positive ou négative. Il est ajouté à la quantité mesurée avant que l'UE n'évalue si un événement s'est produit ou non.

- Valeurs trop basses ou trop élevées peut mener un déséquilibre de couverture de l'Idle Actif mode.
- Configuration trop basse ou trop élevée peut réduire la zone de Handover et aux appels abandonnés (drop) ou à l'effet « quasi-mesure » causant l'interférence de liaison montante.

Fonction: soft/softer Handover.

Ce paramètre doit être étudié lorsque les problèmes suivants sont observés : [9]

- Un changement rapide d'environnement radio.
- Échec de détection d'événement de Handover à cause d'une configuration inexacte, petit secteur de Handover.

### **II.1.2.2. ReportingRange1a**

Seuil utilisé pour la fenêtre d'addition (ou Drop) dans les critères d'évaluation pour le type d'événement 1a. Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les rapports de mesure intra-fréquence (dans CELL\_DCH). (Un CPICH principal entre dans la plage de rapport) [26].

### **II.1.2.3. ReportingRange1b**

Seuil utilisé pour la fenêtre de baisse des critères d'évaluation pour l'événement 1b. Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les rapports de mesure intra-fréquence (dans CELL\_DCH). (Un CPICH principal quitte la plage de rapport) [26].

- Valeur trop élevée de **reportingRange1a** ou **reportingRange1b** peut conduire à trop d'utilisateurs de SHO et à trop de puissance consommée.
- Valeur trop basse de **reportingRange1a** peut réduire le secteur de SHO et la perte possible de mobilité.
- Valeur trop basse de **reportingRange1b** peut conduire à trop de mises à jour de l'ensemble actif.

Fonction : soft / softer Handover.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé : [9]

- High active set update rate à cause d'un ping-pong causé par une configuration inexacte de paramètre de Handover.

Ce paramètre est compris entre 0 à 29 (0.5 dB). Sa valeur par défaut est égale à 6.

### **II.1.2.4. Hysteresis1a**

Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les rapports de mesure intra fréquence. L'hystérésis utilisée en fenêtre d'addition dans les critères d'évaluation pour l'événement 1a pour éviter 1a effets de ping-pong.

### **II.1.2.5. Hysteresis1c**

Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les rapports de mesure intra fréquence. Hystérésis utilisé dans le seuil de remplacement dans les critères d'évaluation pour l'événement 1c pour éviter les effets de ping-pong. Si l'hystérésis 1c est trop petit, alors une cellule peut être remplacée à partir d'un ensemble actif après qu'il remplace une autre cellule.

Fonction: WCDMA RAN Intra-Frequency Soft/Softer Handover.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé :

- Un taux élevé de mise à jour de l'ensemble actif à cause possible d'un ping-pong due aux mauvais paramètres Handover.

Il est compris entre 0 à 15 (0.5 dB). Sa valeur par défaut est égale à 2.

### **II.1.2.6. MaxActiveSet**

Le nombre maximum de cellules dans l'ensemble actif. Cet attribut contrôle également le seuil de désactivation de rapports, utilisée pour contrôler les mesures d'intra-fréquence et contrôle également le seuil de remplacement d'activation, utilisés pour contrôler les mesures intra-fréquence [26].

- Le seuil de désactivation de rapports, utilisé pour contrôler les mesures intra-fréquence (événement 1a), est réglé sur maxActiveSet - 1.
- Le seuil d'activation de remplacement, utilisé pour contrôler les mesures intra-fréquence (événement 1c), est réglé sur maxActiveSet.

Remplacement activation threshold = maxActiveSet.

Fonction: WCDMA RAN Intra-Frequency Soft/Softer Handover.

Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé : [9]

- Haute puissance TX de liaison descendante à cause d'un trop grand nombre UE en soft/softer Handover.

Ce paramètre est compris entre 2 à 4. Sa valeur par défaut est égale à 3.

### **II.1.2.7. MeasQuantity1**

Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les mesures intra-fréquence. C'est la quantité à mesurer pour le mode choisi. La valeur de cet attribut donnera le CPICH de données de message  $E_c/N_0$  ou CPICH RSCP en conséquence [26].

## **II.2. Contrôle de puissance**

Utilisé par les fonctions d'équipement utilisateur (UE) pour les mesures intra-fréquence. C'est la quantité à mesurer pour le mode choisi. La valeur de cet attribut donnera le CPICH  $E_c/N_0$  ou CPICH RSCP.

### **II.2.1. Contrôle de puissance sur les deux liens**

#### **II.2.1.1. Contrôle de puissance sur le lien montant**

Trois boucles de contrôle de puissance sont mises en œuvre : [16]

- Contrôle de puissance en boucle ouverte « Open-loop power control »

Il s'applique exclusivement dans la voie montante, utilisé pour initialiser le niveau de puissance au début de la communication. L'UE estime la puissance minimale nécessaire pour la transmission en calculant l'affaiblissement de parcours (pathloss) entre le mobile et le Nœud B en se référant à la puissance du signal reçu et l'utilise pour envoyer une demande d'accès au Nœud B. S'il ne reçoit pas de réponse de la part du Nœud B, il fait une demande d'accès en utilisant une puissance un peu plus élevée.

- **Contrôle de puissance en boucle fermée « Closed-loop power control »**

Il est appliqué seulement pour les connexions des canaux dédiés. Le NodeB mesure le rapport  $E_c/N_0$  reçu sur le lien montant et le compare par rapport à l' $E_c/N_0$  cible qui dépend de la nature de la communication en cours. S'il est supérieur à ce dernier il demande au UE de baisser sa puissance d'émission et vice versa. Ce principe est aussi utilisé dans le sens descendant, bien que dans ce cas les signaux proviennent du NodeB. Il est souhaitable que la puissance destinée aux terminaux mobiles qui se trouve en bordure de cellule soit la plus faible possible afin de minimiser les interférences intercellulaires.

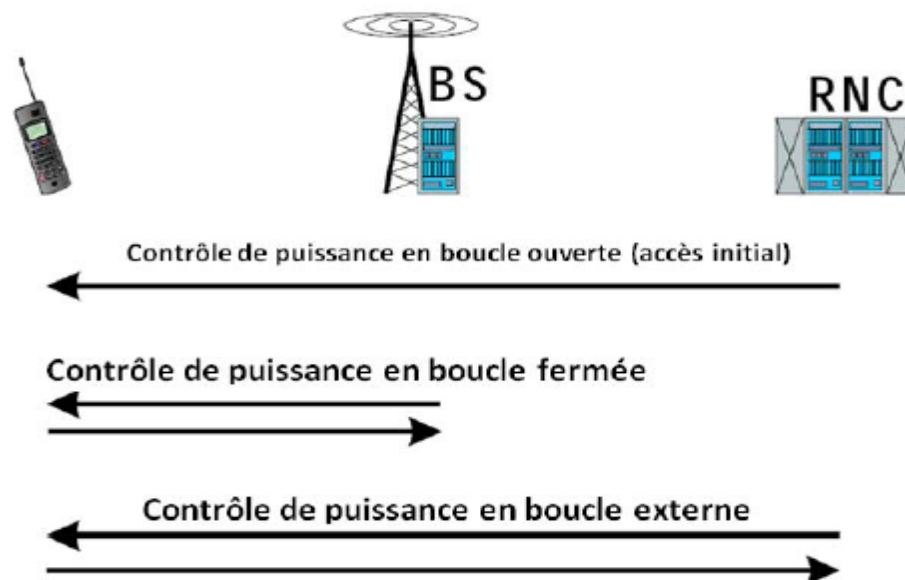


Figure III. 5 : Différents types de contrôle de puissance.[16]

- **Contrôle de puissance externe « Outer-Loop Power Control »**

Le but de ce mécanisme est d'ajuster la valeur de SIR au niveau de la BTS et du l'UE. Cette valeur est fixée d'après une mesure du pourcentage de trames erronées.

### **II.2.1.2. Contrôle de puissance sur le lien descendant**

Il y'a uniquement un contrôle de puissance rapide en boucle fermée. Chaque mobile demande au nœud B d'augmenter ou de diminuer sa puissance d'émission de tous les slots sur le code de canalisation correspondant. Si beaucoup de mobiles demandent une



augmentation de puissance, il faut transférer certains mobiles sur des cellules moins chargées [16].

## **II.2.2. Paramètres de contrôle de la puissance**

### **II.2.2.1. UI OuterLoop Regulator**

Type réglementaire pour l'algorithme de contrôle de puissance en boucle externe de la liaison montante. Initialement réglé par le système à 1 = « jump ». Si une cellule couvre plusieurs environnements radio différents, par exemple extérieur, intérieur, tunnels etc., outerloop power control ne peut pas correctement adapter aux changements rapides d'environnement si la configuration n'est pas correcte.

Fonction: Dedicated Channel Power Control (contrôle de puissance du canal dédié).  
Ce paramètre doit être étudié lorsque le problème suivant est observé :

- Un changement rapide d'environnement radio.

Problème d'arrangement de paramètre (il pourrait être meilleur de le changer en 1=jump)).

Ce paramètre est de valeur 0 ou 1 (0 = constant Step, 1 = jump). Sa valeur par défaut est égale à 1.

### **II.2.2.2. Primary Cpich Power**

Puissance primaire CPICH est la puissance a utilisé pour transmettre le PCPICH. La modification de cet attribut peut affecter le trafic en cours [26].

- Valeur trop faible peut conduire à l'apparition de trous de couverture.
- Valeur trop élevée peut conduire à des effets « quasi-mesure » ou que la cellule prendre trop de trafic.

Ce paramètre doit être étudié lorsque les problèmes suivants sont observés : [9]

- Une défaillance d'un canal pilote en raison de haute interférence de la liaison descendante à cause d'absence de cellule dominante).
- Une défaillance d'un canal pilote-hors de la couverture pilote à cause d'une faible puissance de canal pilote.
- Une pollution pilote à cause d'un manque de cellule dominante.

Ce paramètre est compris entre -100 à 500 (en 0.1dBm). Sa valeur par défaut est égale à 270.

### **II.2.2.3. Maximum Transmission Power**

La puissance maximale pour tous les canaux de la liaison descendante qui sont autorisés à être utilisés simultanément dans une cellule.

#### **II.2.2.4. Max Fach1 Power**

La puissance maximale utilisée pour le premier canal de FACH, par rapport à la valeur de la puissance primaire CPICH.

Le premier FACH est utilisé pour les canaux logiques BCCH, CCCH et DCCH, pour la signalisation de contrôle.

### **II.3. Data**

- **Appel audio** : Nombre d'appels effectués tel que défini par l'opérateur sur les trois secteurs de sites afin de déterminer s'il y a un échec, une chute ou un blocage d'appel détecté.

- **Appel vidéo** : Tout comme les appels audio, un nombre d'appels vidéo est également effectué sur les trois secteurs de sites afin de déterminer si un échec, une chute ou un blocage d'appel est détecté. L'appel vidéo trouvé doit être réussi. Il faut 64 kb/s des données pour transmettre un appel.

- **R99 (Release 99)** : Première étape vers un réseau global 3G. Peut supporter un débit de données allant jusqu'à 384kb/s, et un canal dédié est alloué pour chaque utilisateur spécifique. Effectuez le test du numéro R99 en établissant une connexion par une ligne commutée et vérifiez la vitesse d'atteinte [27].

- **HSDPA** est la vitesse totale sur un canal de liaison descendante. Idéalement, HSDPA fournira un débit de données allant jusqu'à 14 Mb/s et pour une porteuse double, il offre un débit de données allant jusqu'à 42 Mb/s. d'énormes fichiers de données sont téléchargés via HTTP ou FTP pour effectuer ce test[27].De plus, HSDPA utilisait le canal partagé dédié, un canal partagé avec le nombre d'utilisateurs.

- **HSUPA** est la vitesse totale sur un canal de liaison montante Idéalement, sur une porteuse unique, HSUPA fournira un débit de données allant jusqu'à 5Mb/s et pour une porteuse double, il fournit le double de ce débit large et énorme fichiers contenant des données sont chargés via Http ou FTP pour effectuer ce test [27].Le HSUPA a toujours utilisé le canal E-DCH.

## **CONCLUSION**

Les paramètres radio sont très influents durant l'optimisation des réseaux cellulaires, grâce à eux on peut jouer sur la puissance d'émission, la sélection ou la ré-sélection des cellules et le Handover.

**CHAPITRE IV :  
ANALYSE DES FICHIERS  
DE TRAÇAGE DES RESEAUX 2G/3G**



## **INTRODUCTION**

Afin de fournir aux abonnés une bonne qualité de communication, il est impératif d'assurer le bon fonctionnement du réseau en prenant en compte plusieurs paramètres qui sont variables et qui doivent être adaptés en permanence à la liaison radio.

Dans ce chapitre nous allons commencer par une description de notre application. Ensuite nous allons prendre deux exemples réels pour valider notre application.

### **I. DESCRIPTION DE L'APPLICATION**

Après l'enregistrement du fichier de traçage (logfile) du drive test via le logiciel TEMS Investigation, nous devons l'exporter sous le logiciel Mapinfo afin d'obtenir les figures illustrant l'état radio réel du réseau 2G ou du réseau 3G dans la zone selon les paramètres radio sélectionnés. Or, cette opération cause un problème de temps au niveau de la génération des rapports de mesure. Pour cela, nous avons pensé à développer une application qui permet de présenter les paramètres radio souhaités dans une carte afin de générer des rapports de drive test et qui sont utilisés par l'équipe post-processing (reporting).

Notre application est une macro développée sous Mapbasic, permet d'extraire les figures demandées par l'équipe de post-processing d'une façon automatique afin de réaliser des rapports de mesure radio.

Notre application traite deux types de rapports, dont le premier est un rapport de Drive test de réseau 2G fait par le scénario de revendeur ERICSSON (le 1er mobile MS1 est dédié pour les appels courts, le 2ème mobile MS2 est destiné aux appels longs, le 3ème mobile MS3 au mode veille et le 4ème mobile MS4 fait tests DATA), et le deuxième rapport est un rapport de Drive test de réseau 3G fait par le scénario de HUAWEI (le 1er mobile MS1 est dédié aux appels courts, le 2ème mobile MS2 est destiné au mode appel long voix double mode 3G/2G et le 3ème mobile MS3 fait les tests HSDPA).

La description de notre macro est représentée comme suit :

- *DT report 2G\_3G :*

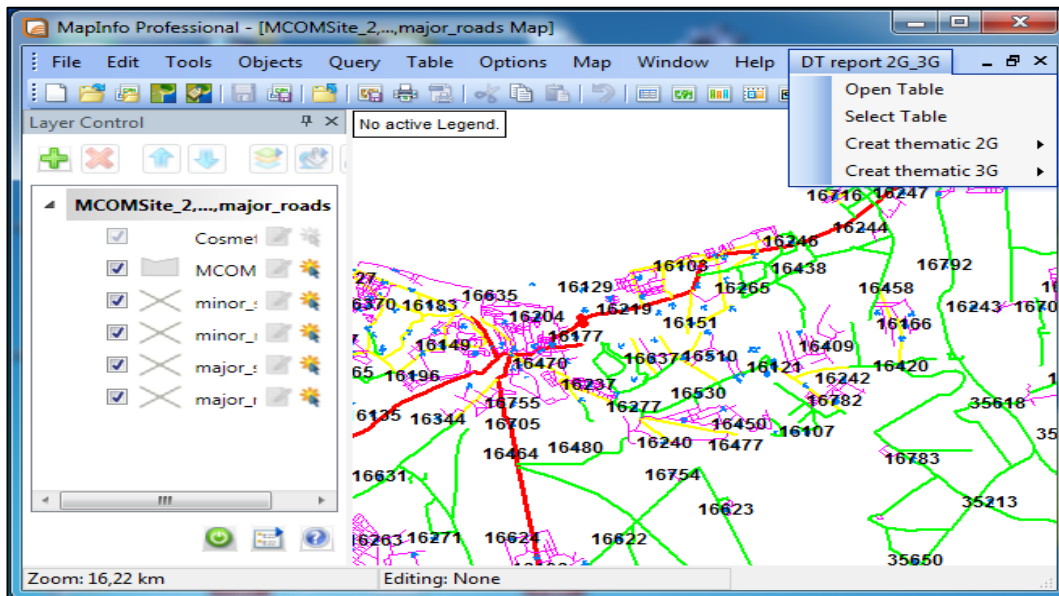


Figure IV. 1 : Présentation du menu principale de la macro

*DT report 2G\_3G* : le menu contient ces angles Open Table, Select table, Creat thematic2G et Creat thematic 3G comme le montre la figure ci-dessus.

- *Open Table :*

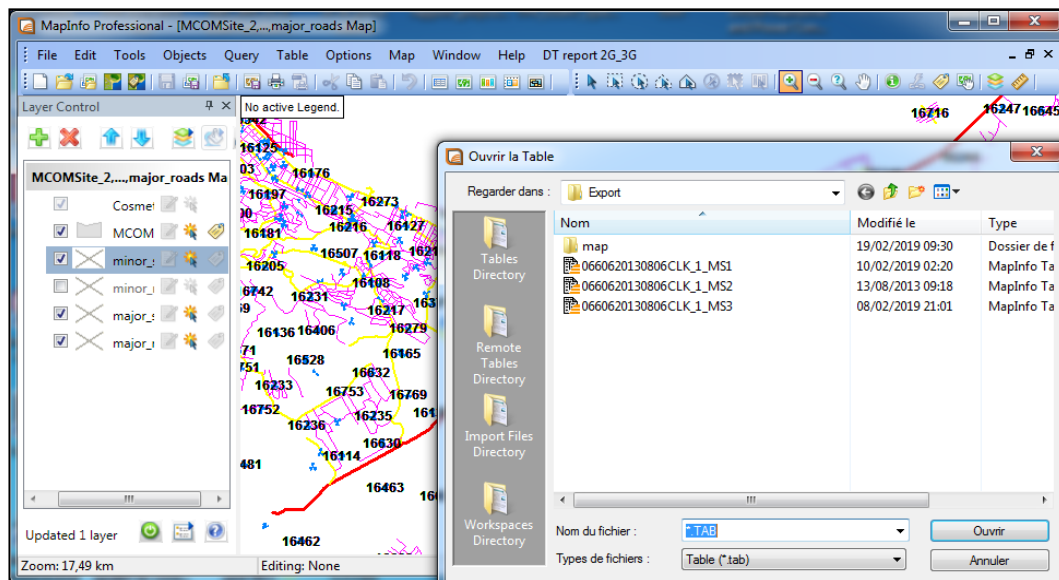


Figure IV. 2 : Angle open table

**Open Table** : permet d'ouvrir un dossier contenant l'export de Drive test qui a été obtenu par logiciel TEMS Investigation, cette figure permet de montrer comment charger un fichier « .tab ».

- *Select Table :*

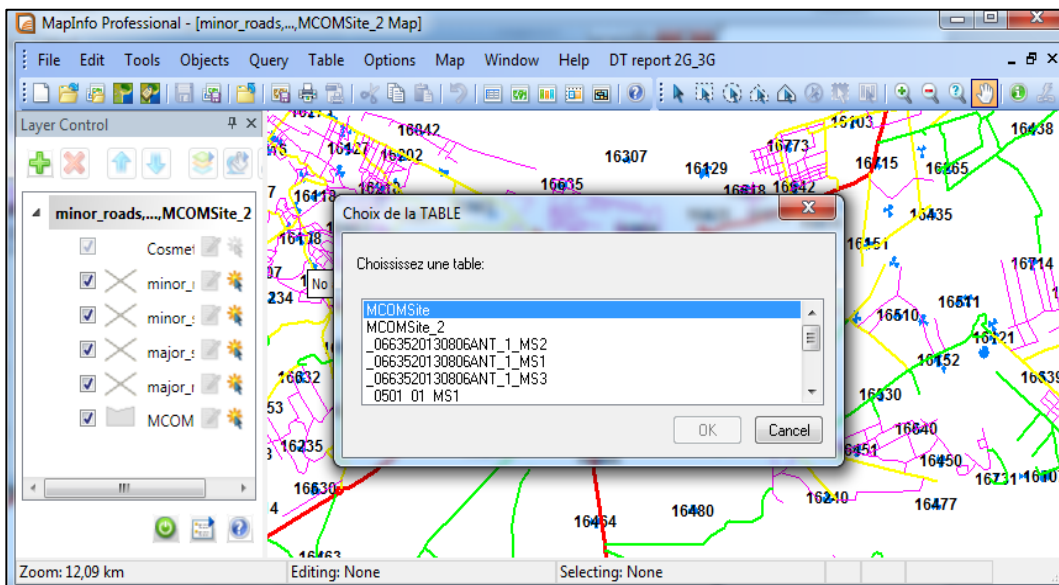


Figure IV. 3 : Angle select table

Select Table : permet de choisir un fichier «.tab» souhaité.

- *Creat Thematic 2G:*

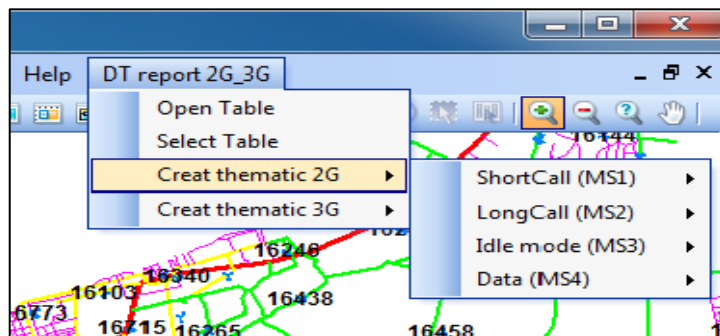


Figure IV. 4 : Angle Creat thematic 2G

Creat Thematic 2G : contient les différents modes des MS du réseau 2G.

➤ ShortCall (MS1):

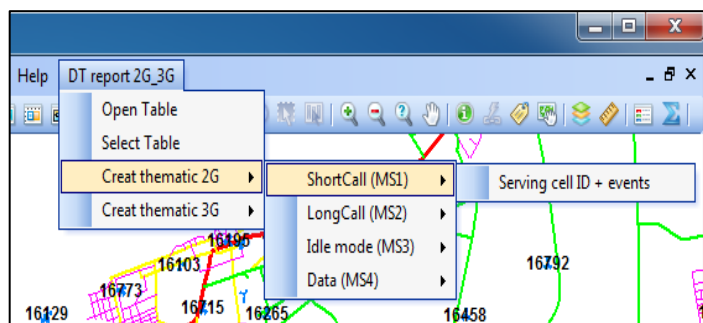


Figure IV. 5: Angle ShortCall de MS1 du réseau 2G

**ShortCall (MS1) :** Le premier mobile est dédié aux appels courts de 90s (ShortCall), cette opération présente les cellules qui servent dans le Drive test ainsi que les différents événements présentés dans la carte.

➤ **LongCall (MS2) :**

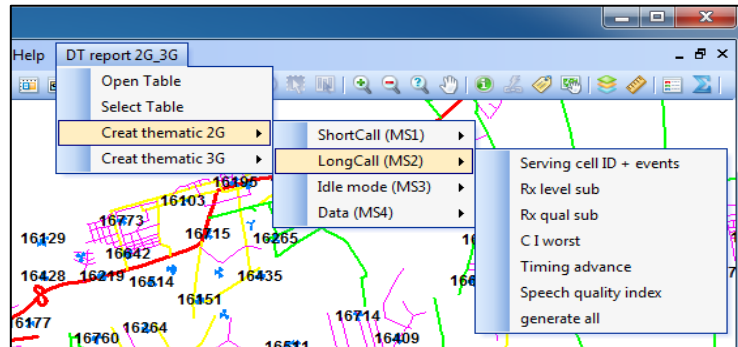


Figure IV. 6: Angle LongCall de MS2 du réseau 2G

**LongCall (MS2) :** Le deuxième mobile est destiné au mode appels longs (LongCall), cette opération présente les cellules qui servent dans le Drive test et les différents événements ainsi que les paramètres radio présentés dans la carte.

➤ **Idle mode (MS3) :**

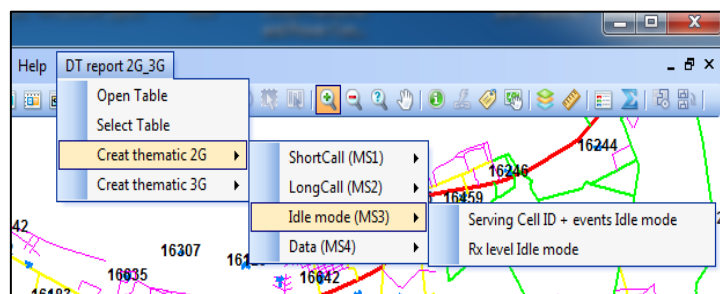


Figure IV. 7 : Angle Idle mode de MS3 du réseau 2G

**Idle mode (MS3) :** Le troisième mobile au mode veille (Idle Mode),cette opération présente les cellules qui servent dans le Drive test et les différents événements ainsi que le niveau RxLevel en mode veille.

➤ **Data (MS4)**

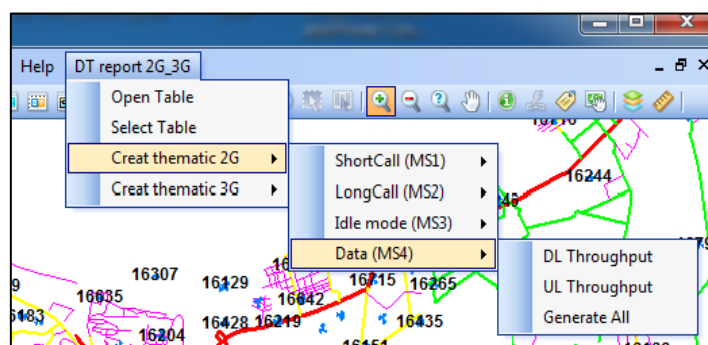


Figure IV. 8 : Angle DATA de MS4 du réseau 2G



**Data (MS4) :** Le quatrième mobile fait les tests PS (DATA) dans la liaison montante et la liaison descendante.

- **Creathematic 3G :**

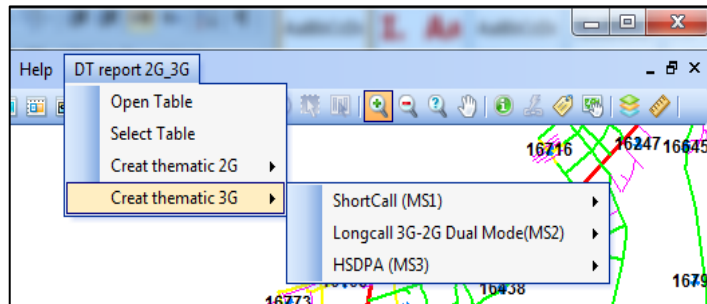


Figure IV. 9 : Angle Creathematic 3G

**Creathematic 3G :** contenant les différents modes des MS du réseau 3G.

➤ **ShortCall (MS1) :**

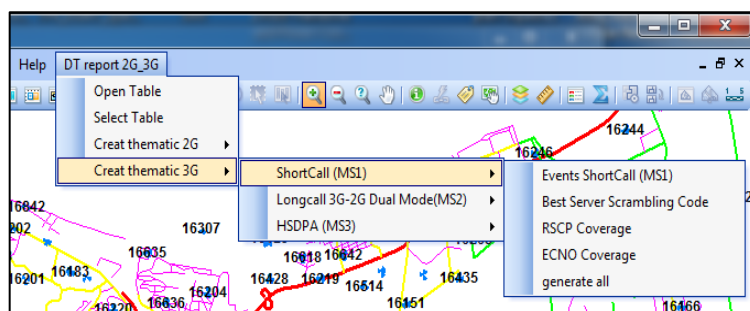


Figure IV. 10 : Angle ShortCall de MS1 du réseau 3G

**ShortCall (MS1) :** Le premier mobile est dédié aux appels courts (ShortCall) dans le réseau 3G, cette opération présente les différents événements ainsi que les paramètres radio présentés dans la carte.

➤ **LongCall 3G-2G Dual Mode (MS2):**

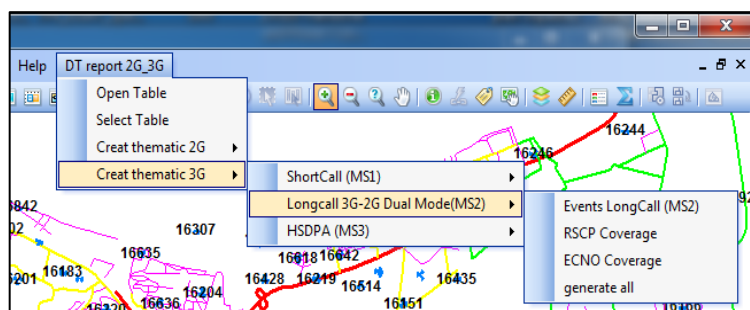


Figure IV. 11: Angle LongCall Dual mode de MS2 du réseau 3G

**LongCall 3G-2G Dual Mode (MS2):** Le deuxième mobile est destiné au mode appel long voix double mode 3G/2G (LongCall Dual Mode) dans le réseau 3G, cette opération présente les différents événements ainsi que les paramètres radio présentés dans la carte.

Lors du transfert 3G en 2G, la voiture qui fait le test s'arrête et continue la collecte des appels et des données, en attendant que le téléphone de test effectue une nouvelle sélection pour camper à nouveau en 3G, et aussi que le temps de recommencer l'enregistrement.

Ce scénario est au cas par cas, en particulier dans les zones rurales où aucun site 3G n'est destiné à couvrir les zones avec des itinéraires Drive Test.

➤ **HSDPA (MS3):**

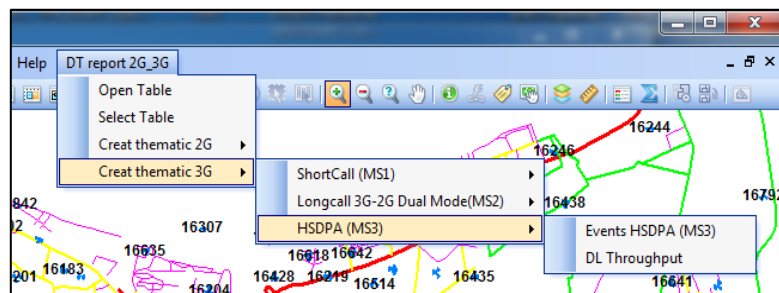


Figure IV. 12 : Angle HSDPA de MS3 de réseau 3G

**HSDPA (MS3):**Le troisième mobile fait les tests HSDPA et présente les différents événements.

## II. LA PROBLEMATIQUE D'OPTIMISATION DE L'INTERFACE RADIO

Dans le but de valider notre macro, nous avons traité deux exemples réels. Le premier exemple traite la validation de l'opération d'intégration des sites dans le réseau 2G (swap operation) par un drive test avant et après le swap de ces sites (DT Cluster), et le deuxième permet de vérifier et valider une intégration d'un nouveau site 3G (DT SSV).

### II.1. Exemple d'un problème en réseau 2G

L'opération de swap a été déclenchée par l'opérateur téléphonique pour ajouter des nouveaux services à la BTS, parce que les BTS qui sont déjà installées n'acceptent pas ces services comme le service d'AMR, l'ajout de la bande 900 et 1800 MHZ dans la même BTS...etc.

Pour valider l'opération de swap des sites qui se situant dans une même zone, nous allons nous intéresser à faire le Drive test de ces sites swapés par un DT Cluster (Avant et Après swap), ensuite nous allons faire la comparaison entre les deux résultats pour voir est ce qu'il y a une amélioration dans la qualité et le niveau de signal dans cette zone.

Le Drive test Cluster a été réalisé pour 5 sites qui se situent dans la même zone avec 4 mobiles en différents modes, dans le but d'étudier les différentes distributions des paramètres mesurés par l'opération de Drive test.

Le Drive test requiert de tester le réseau dans une zone particulière afin de fournir l'image réelle de la performance du réseau dans cette zone grâce à certains outils.

L'opération de drive test nous donne la distribution des différents paramètres tels que RxLevel, RxQual, TA dans la carte qui représente le territoire cible du Drive. Pour faciliter l'analyse du Drive test, nous avons séparé les valeurs de chacun des paramètres à des niveaux. Chacun de ces derniers est associé par une couleur.

### **II.1.1. Chemin du Drive Test**

La figure ci-dessous présente le chemin du Drive test.

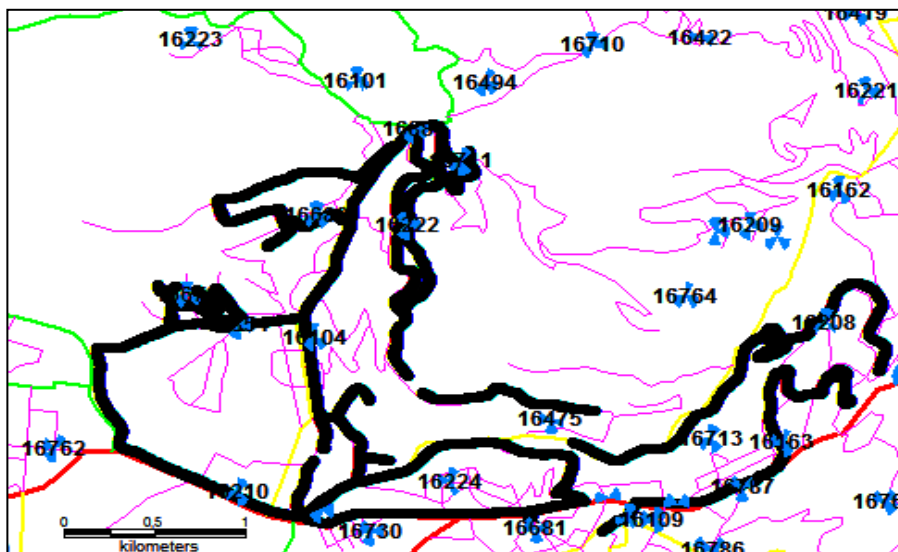


Figure IV. 13 : Route de drive test

### **II.1.2. Présentation des figures de Drive Test**

#### **II.1.2.1. Cell ID**

Il est important de savoir la cellule servante (Serving Cell) au mode communication et mode veille dans l'analyse de Drive test. Les figures IV. 15 et IV. 16 montrent la distribution de la cellule servante dans les deux modes :

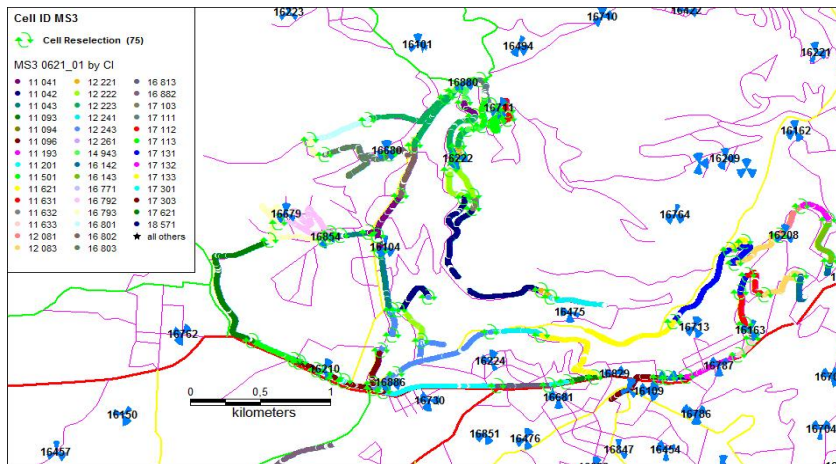


Figure IV. 14 : Distribution de Cell ID en mode veille sur la route

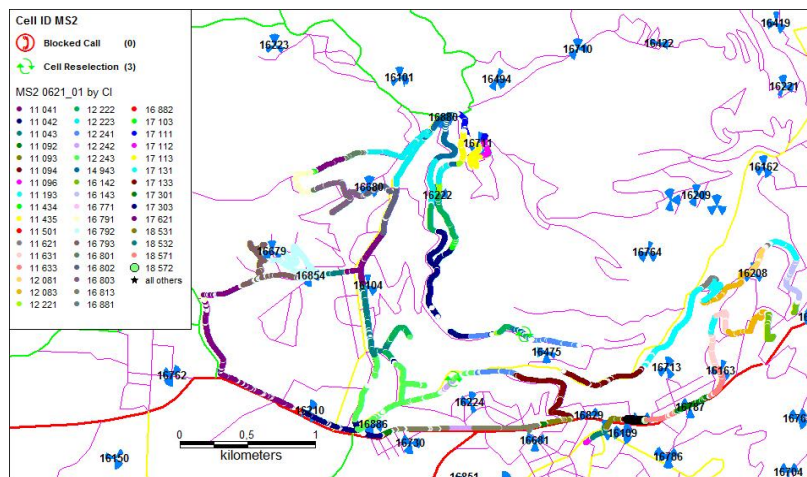


Figure IV. 15 : Distribution de Cell ID en mode de communication continue

### II.1.2.2. Puissance du signal reçu

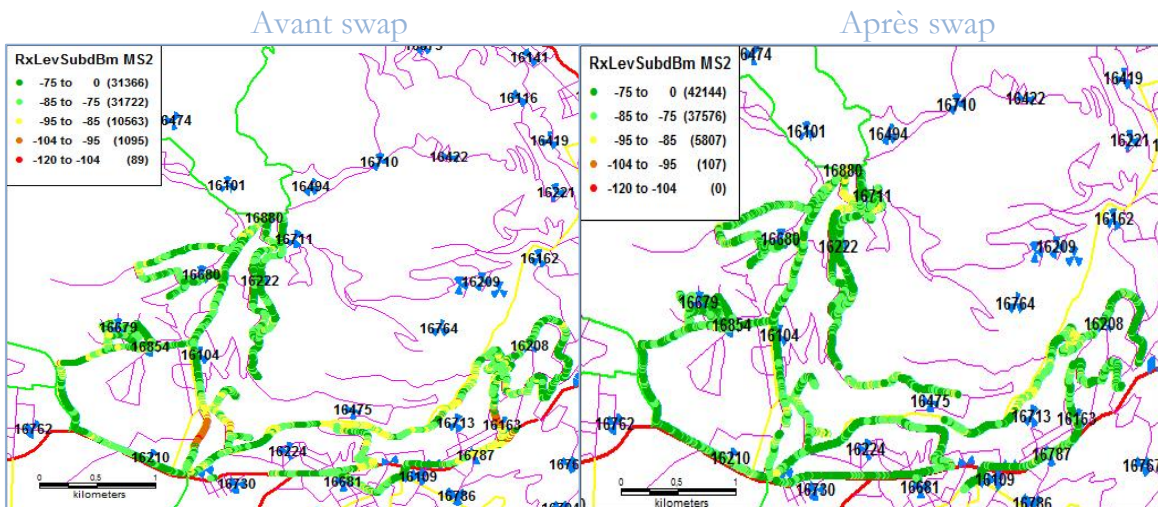


Figure IV. 16 : Puissance du signal reçu en mode de communication continue sur la route



Cette figure représente la distribution du niveau de signal reçu **RxLevel** dans la carte. RxLevel est un paramètre exprimée en dbm.

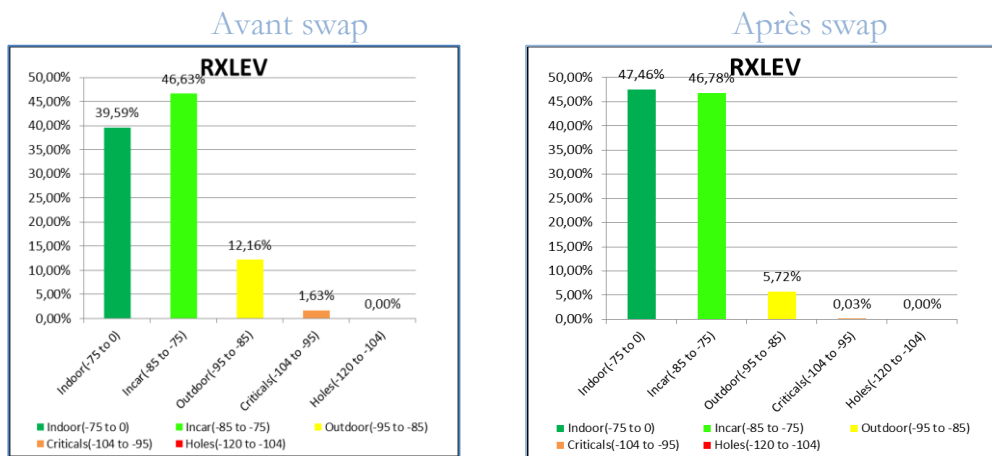


Figure IV. 17 : Distribution d'échantillon de la puissance du signal reçu en mode de communication continue

47.46% des échantillons enregistrés sont supérieurs ou égaux à -75dBm dans RxLevel après swap, ce qui représente un bon niveau de signal. Cette distribution montre que la zone est couverte (RxLevel  $\geq$ -75).

### II.1.2.3. Qualité du signal

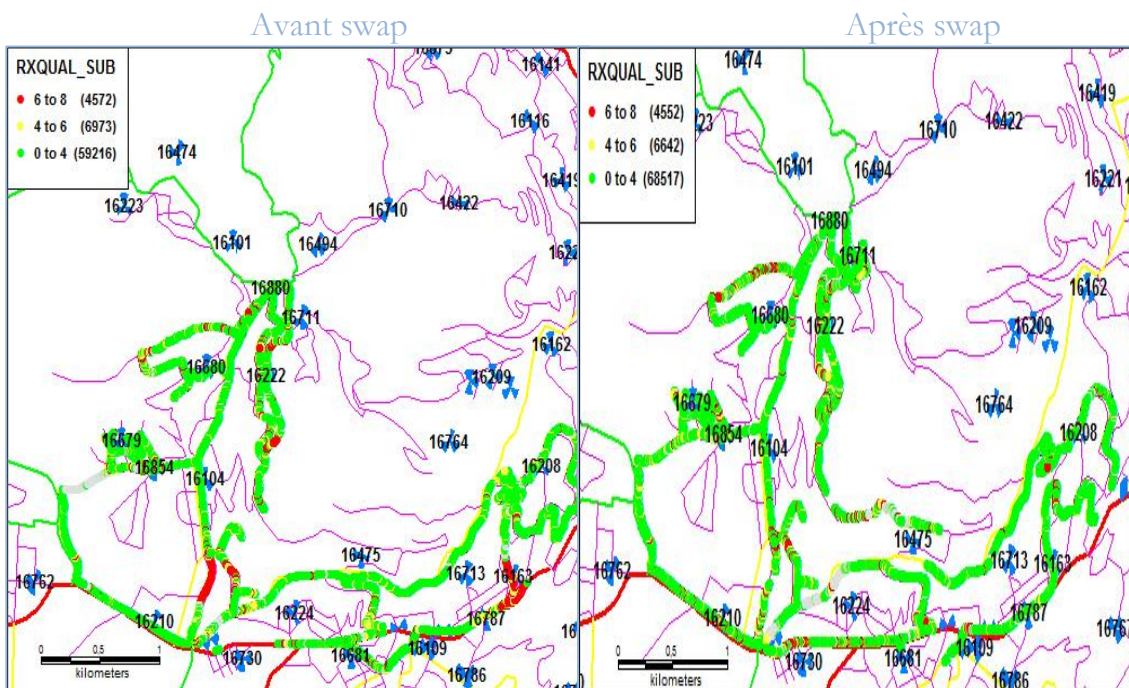


Figure IV. 18 : Qualité du signal en mode de communication continue sur la route

Cette figure représente RxQual correspondant à la qualité du signal reçu dans la carte.

Ici, "0" représente le meilleur signal de qualité et 8 représente le pire.

Une qualité supérieure à 4 entraîne des interruptions d'appel, des Drop Call, des échecs de Handover, et interférences.

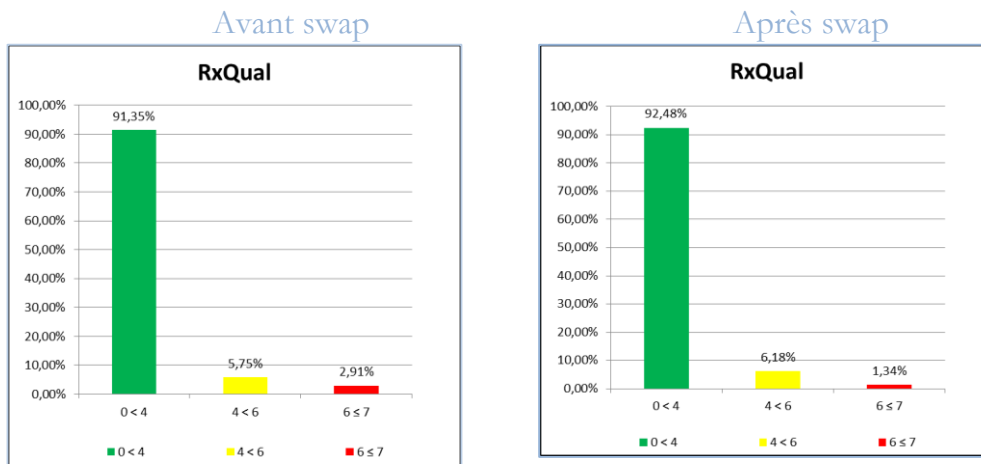


Figure IV. 19 : Distribution d'échantillon de la Qualité du signal en mode de communication

Après le swap 92.48% des échantillons enregistrés sont supérieurs ou égaux à RxQual 4, et la distribution des échantillons entre 6 et 7 est diminuée jusqu'à 1.34%, ce qui représente une bonne qualité du signal.

#### II.1.2.4. Timing Advance (TA)

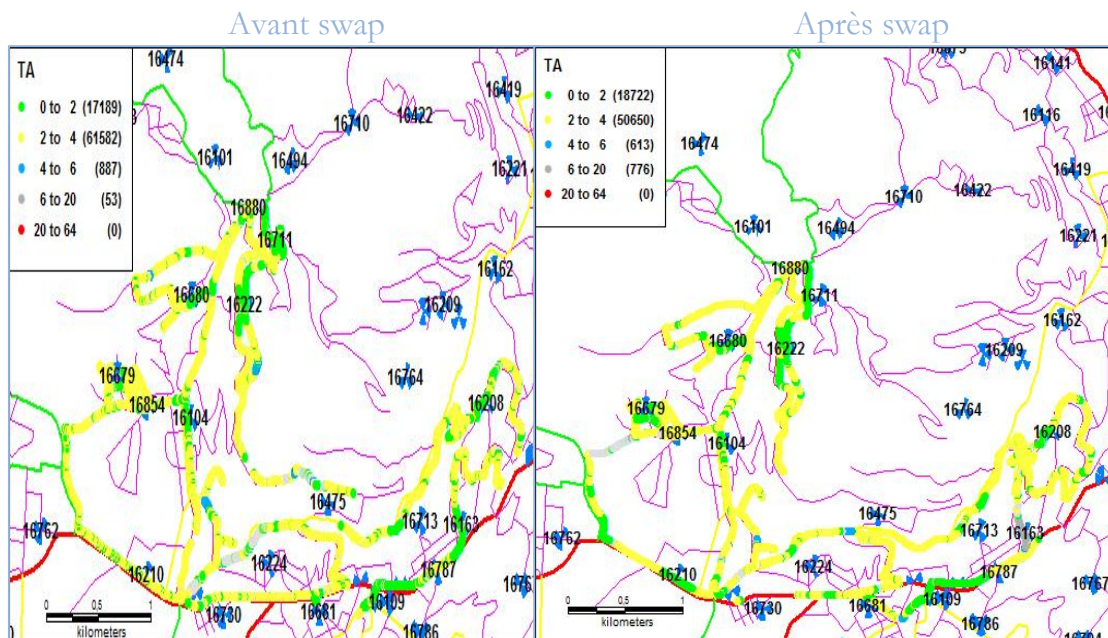


Figure IV. 20 : Timing Advance en mode de communication continue sur la route

Cette figure représente la distribution de niveau TA dans la carte.

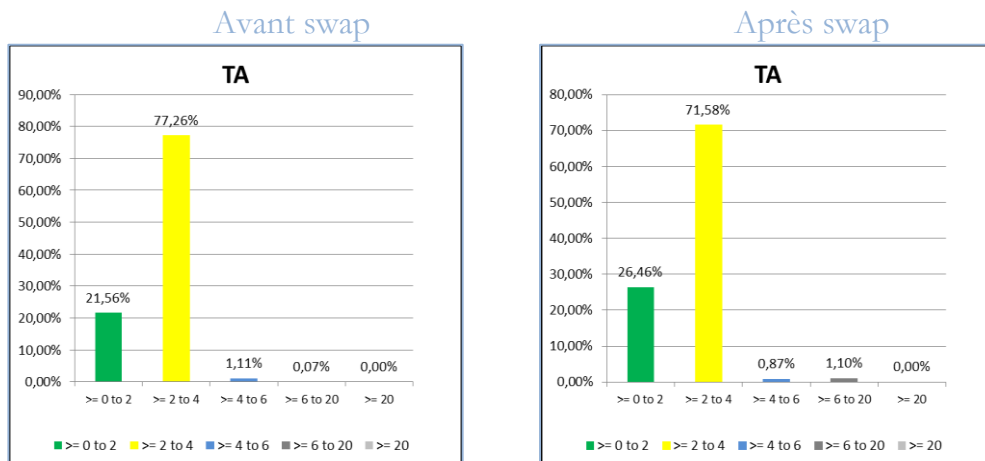


Figure IV. 21 : Distribution d'échantillon de TA en mode de communication continue sur la route

Après le Swap nous remarquons que la distribution des échantillons est améliorée pour les valeurs inférieures à 2.

### II.1.2.5. C/I Worst

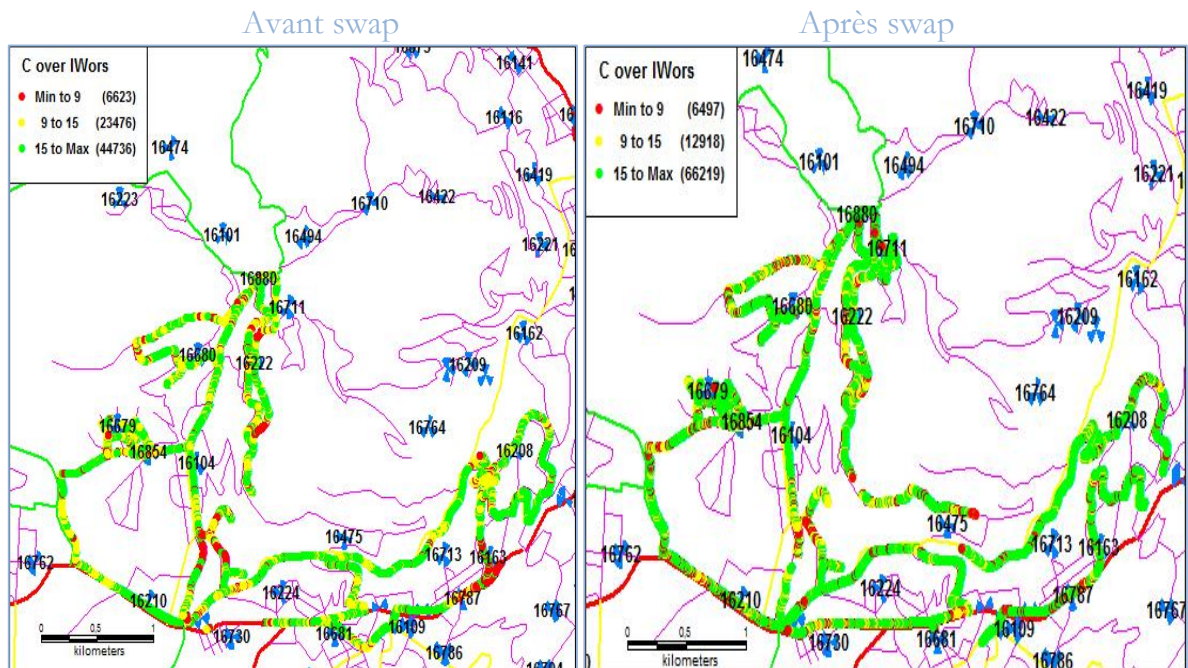


Figure IV. 22 : C/I Worst en mode de communication continue sur la route

Cette figure présente le terme le C/I Worst, qui est utilisé pour désigner les interférences dans une cellule causé par des porteuses de même fréquence présentes dans d'autres cellules.



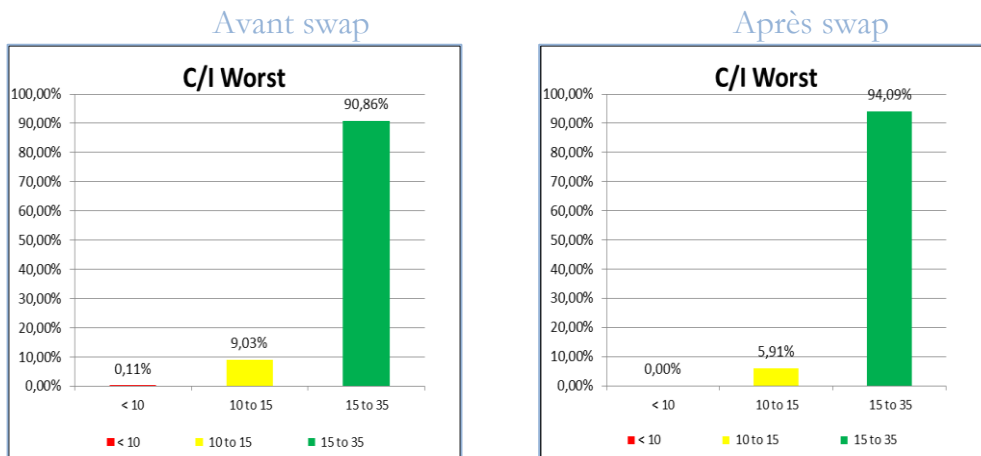


Figure IV. 23 : Distribution d'échantillon de C/I Worst en mode de communication continue

Après le swap 94.09%des échantillons enregistrés sont supérieurs ou égaux à C/I Worst"15dB", et ça représente un C/I meilleur.

### II.1.2.6. Speech Quality Index (SQI)

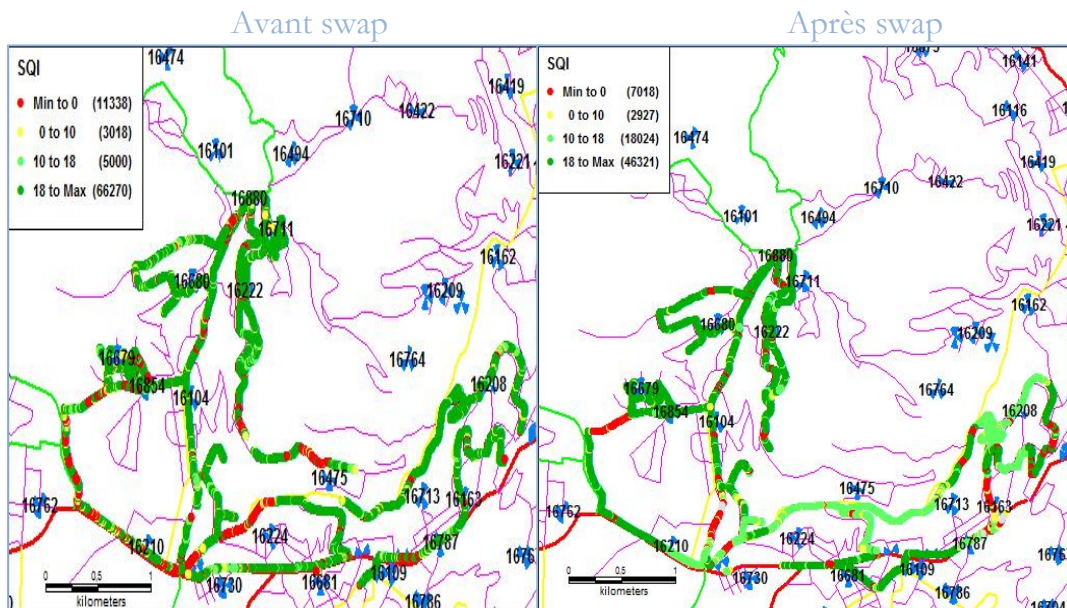


Figure IV. 24 : SQI en mode de communication continue sur la route

Cette figure présente le SQI l'indice de qualité de la parole.

Ici, "0" représente un SQI de qualité inférieure et le "Max" représente un SQI de meilleure qualité. Les valeurs acceptables de SQI dans un réseau GSM doivent être supérieures à 18.



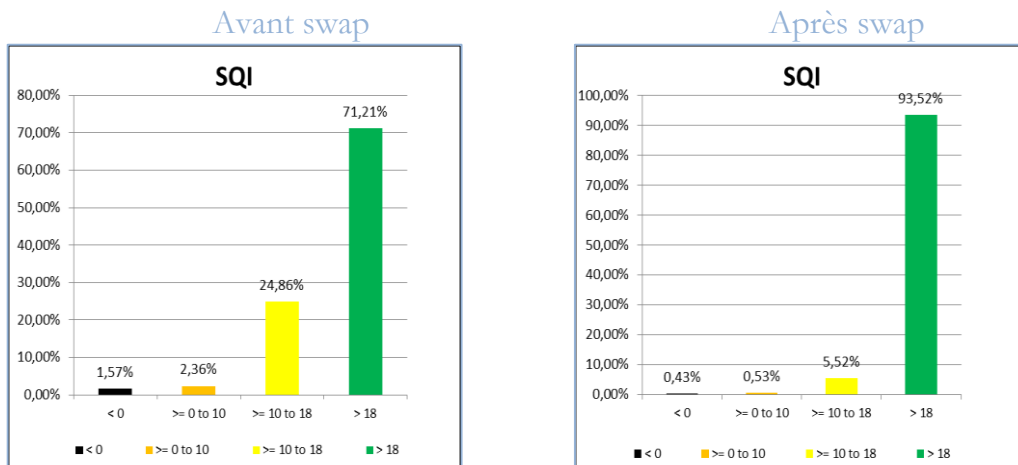


Figure IV. 25 : Distribution d'échantillon SQI en mode de communication continue

Après le Swap nous remarquons que la distribution des échantillons supérieurs à 18 est augmenté jusqu'à 93.52%, et ça représente un SQI de meilleure qualité.

### II.1.2.7. Puissance du signal reçu en mode veille

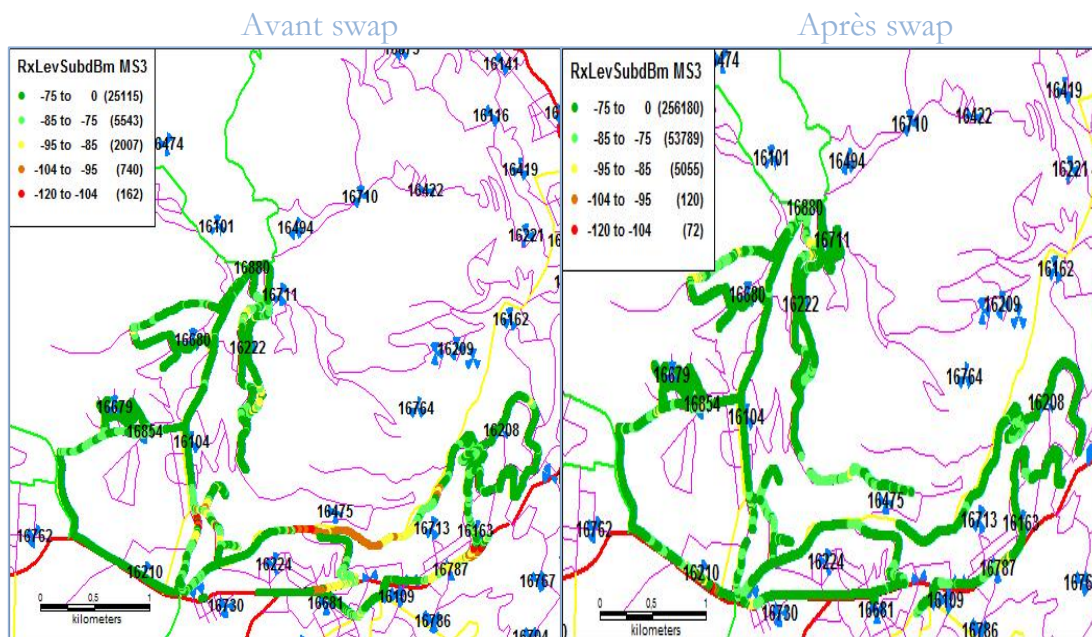


Figure IV. 26 : Puissance du signal reçu en mode veille sur la route

## II.2. Exemple d'un problème en réseau 3G

Le deuxième exemple que nous avons traité est un ajout d'un nouveau site dans le réseau 3G, pour valider cette opération nous avons fait un Drive test pour vérifier les deux technologies HSPA et R99 ainsi que le mode de communication.

Pour le mode des appels long, nous allons faire une analyse concernant le niveau de signal reçu (RSCP) et la qualité de signal (Ec/No) pour valider quelques figures pour de notre application, l'analyse de ces figures montre l'état de la couverture et la qualité de la liaison entre l'UE et le réseau. Par la suite nous allons faire une analyse concernant le débit obtenu par les deux technologies HSPA et R99 pour tester leurs liaisons montantes et descendantes.

### **II.2.1. Chemin du Drive Test**

La figure ci-dessous représente le chemin du Drive test.



*Figure IV. 27 : Trace route de drive test*

### **II.2.2. Présentation des figures de Drive Test**

Avec la macro que nous avons développé, les figures ci-dessous représentent la distribution de niveau de signal reçu par l'UE et la qualité de la liaison dans une carte, cette distribution a été obtenue par la présentation de fichier exporté par TEMS Investigation sous Mapinfo.

### II.2.2.1. Le niveau de signal reçu et la qualité de signal

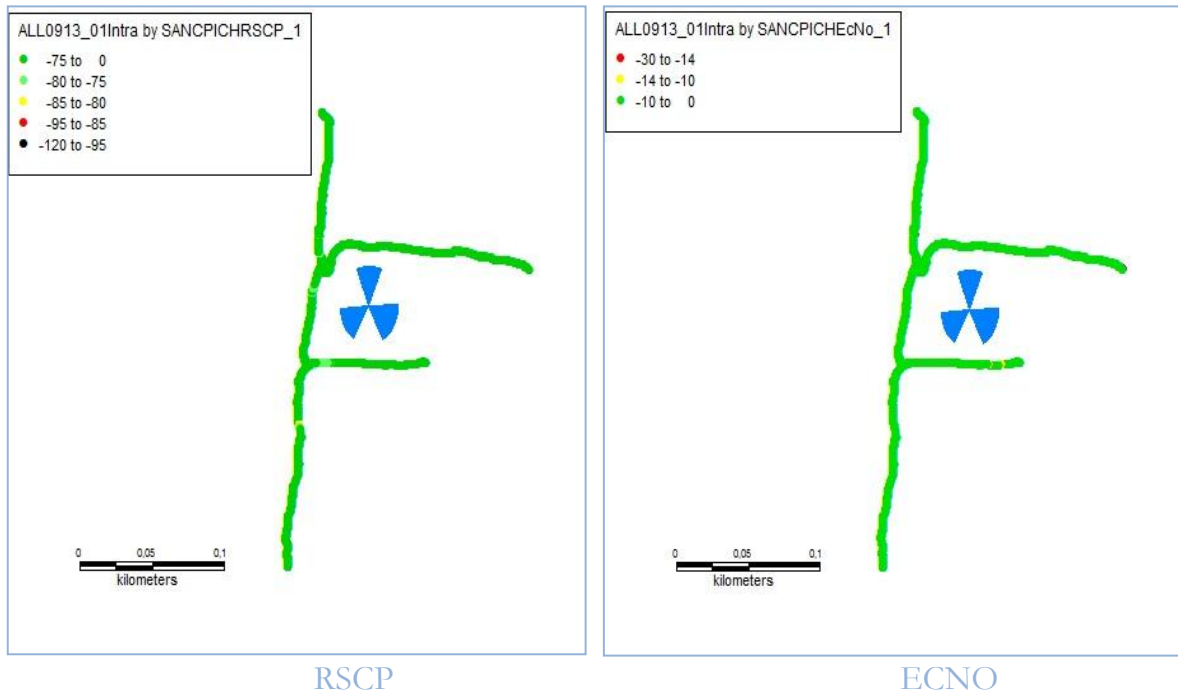


Figure IV. 28 : Puissance du signal reçu RSCP et la qualité de signal Ec/No

Nous remarquons que le niveau de signal reçu par l'UE (RSCP) ainsi que la qualité de signal (Ec/No) est bon.

### II.2.2.2. HSPA

Pour tester le débit réel de la technologie HSPA de ce site, nous avons pris trois mesures de test par le logiciel TEMS Investigation et le NetPerSec, chaque mesure est en face a un des secteurs du NodeB, comme le montre la figure ci-dessous.

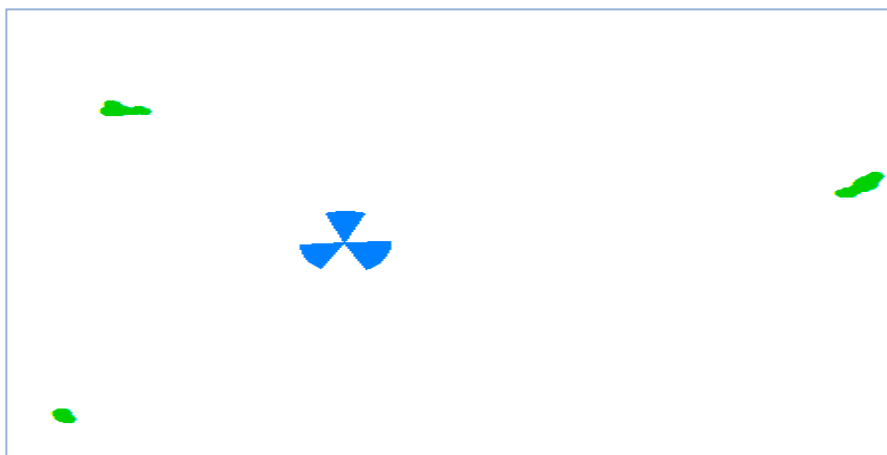


Figure IV. 29 : Trace route des points de mesure de HSDPA

### II.2.2.2.1 HSDPA

Les trois mesures faites dans l'opération de Drive test pour chaque secteur du NodeB (G, H, J) sont présentées dans la figure ci-dessous, d'après ces figures le débit moyen dans la liaison descendante pour les trois secteurs vaut 665.6 Kbits/s pour le secteur G, 384.9 Kbits/s pour le secteur H, 992.0 Kbits/s pour le secteur J. Nous remarquons que le débit moyen dans les trois secteurs est bon.

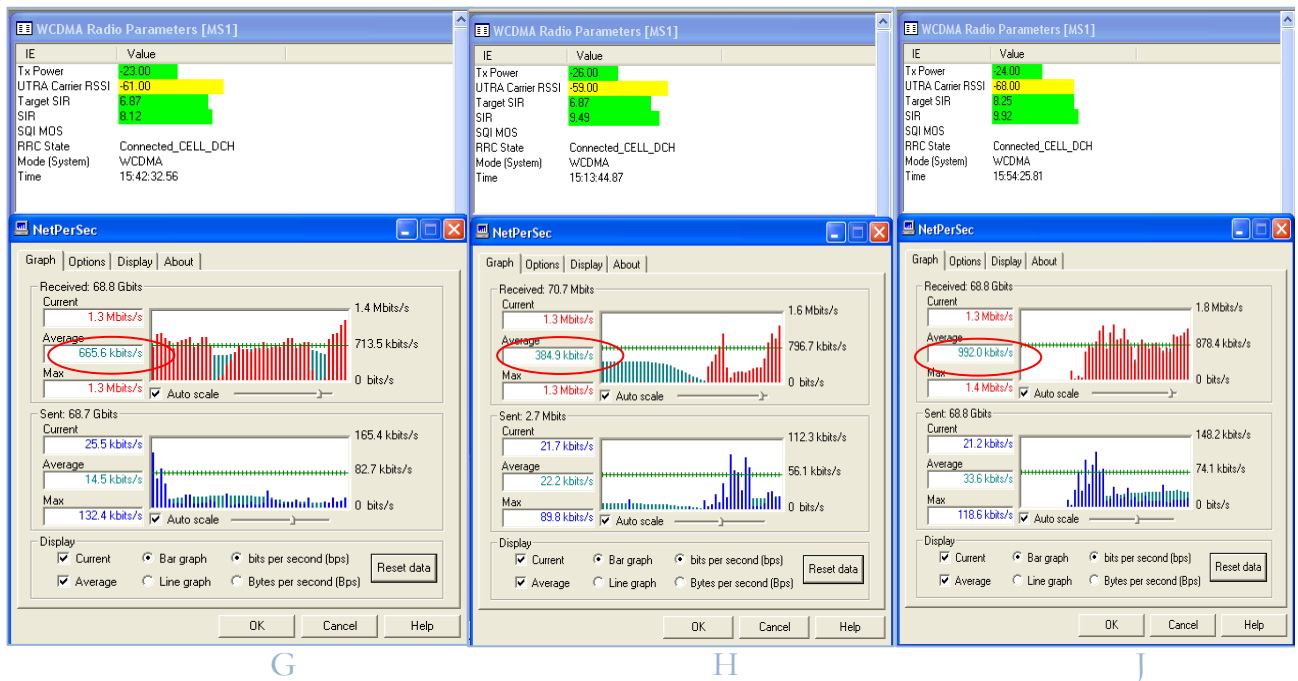


Figure IV. 30 : Débit de HSDPA obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec

### II.2.2.2.2 HSUPA

Pour le HSUPA nous avons fait trois mesures dans l'opération de Drive test pour chaque secteur du NodeB (G, H, J). Ces mesures sont présentées dans la figure ci-dessous, d'après ces figures le débit moyen dans la liaison montante pour les trois secteurs vaut 320.3 Kbits/s pour le secteur G, 278.5 Kbits/s pour le secteur H, 320.5 Kbits/s pour le secteur J. Nous remarquons que le débit moyen dans les trois secteurs est acceptable.

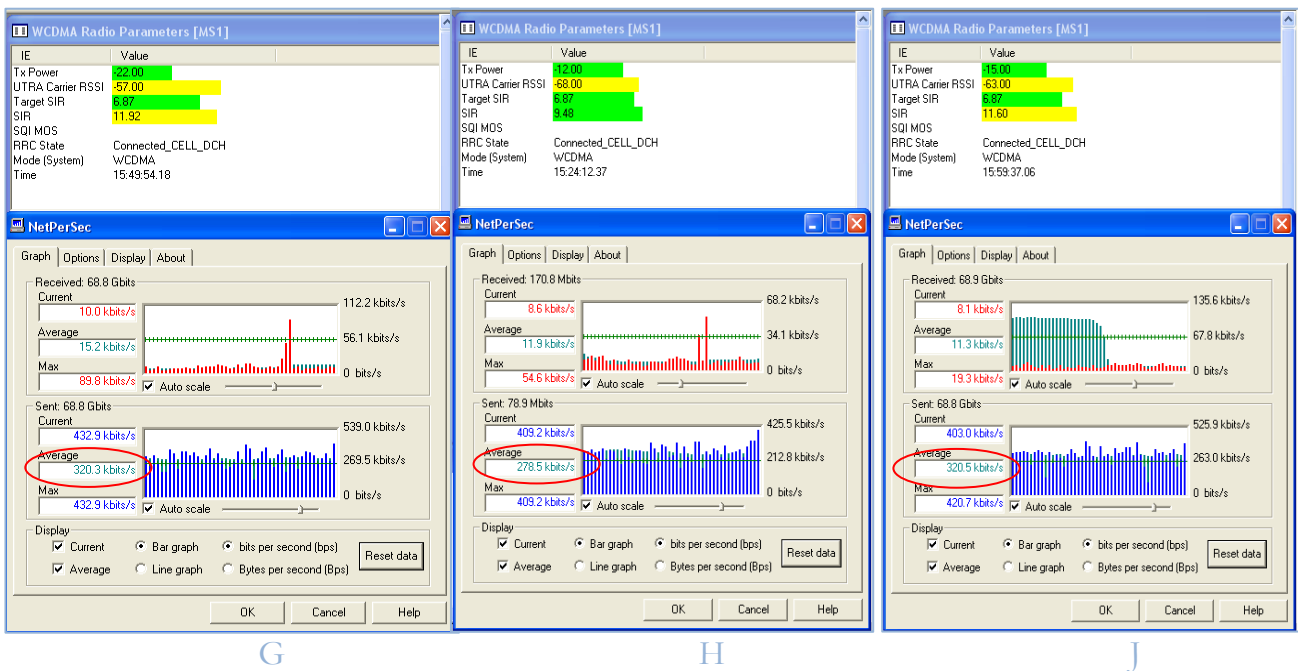


Figure IV. 31 : Débit de HSPA obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec

### II.2.2.3. R99

De la même manière que nous avons fait pour tester le débit de HSPA, nous prenons les mesures de débit moyen de chaque secteurs dans les deux liaisons montante et descendante.

#### II.2.2.3.1 R99 Download

Pour le R99 Download nous avons fait trois mesures dans l'opération de Drive test pour chaque secteur du NodeB (G, H, J). Ces mesures sont présentées dans la figure ci-dessous, d'après ces figures le débit moyen dans la liaison descendante pour les trois secteurs vaut 573.2 Kbits/s pour le secteur G, 442.4 Kbits/s pour le secteur H, 199.8 Kbits/s pour le secteur J. Nous remarquons que le débit moyen dans les deux secteurs G et H est très élevé par rapport au secteur J.

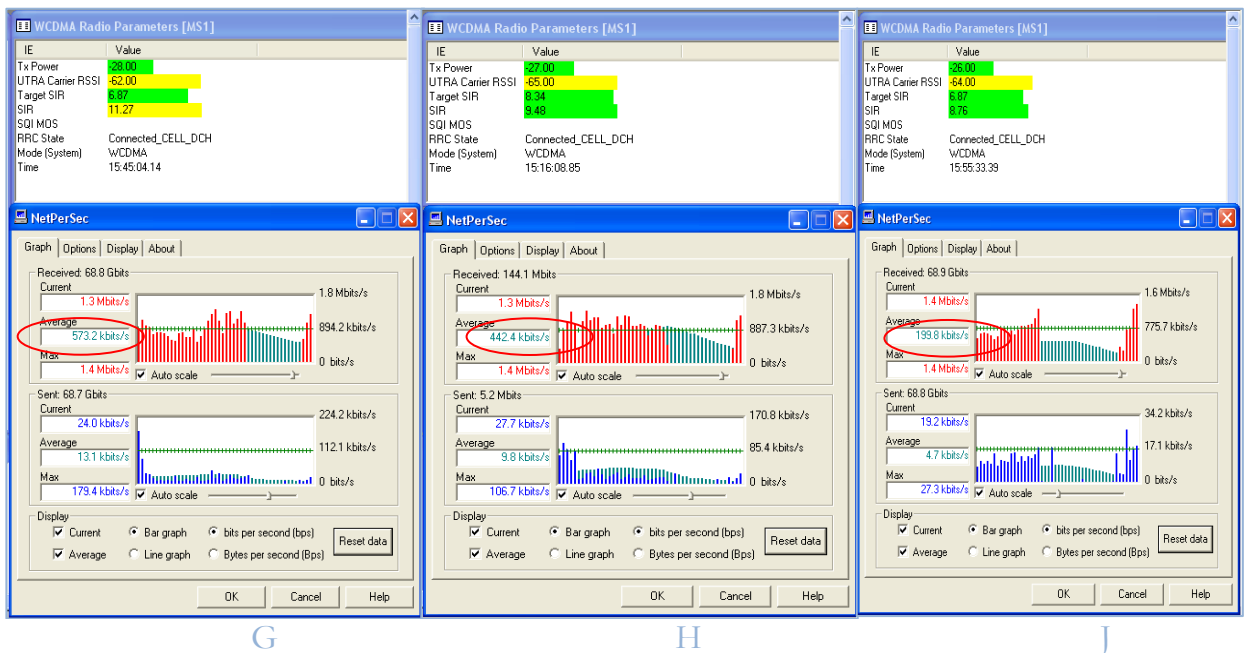


Figure IV. 32 : Débit de R99 Download obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec

### II.2.2.3.2 R99 Upload

Le débit de chaque secteur de la technologie R99 dans la liaison montante est présenté dans la figure ci-dessous, d'après ces figures le débit moyen dans la liaison descendante pour les trois secteurs vaut 308.8 Kbits/s pour le secteur G, 278.5 Kbits/s pour le secteur H, 293.2 Kbits/s pour le secteur J. Nous remarquons que le débit moyen dans les trois secteurs est acceptable.

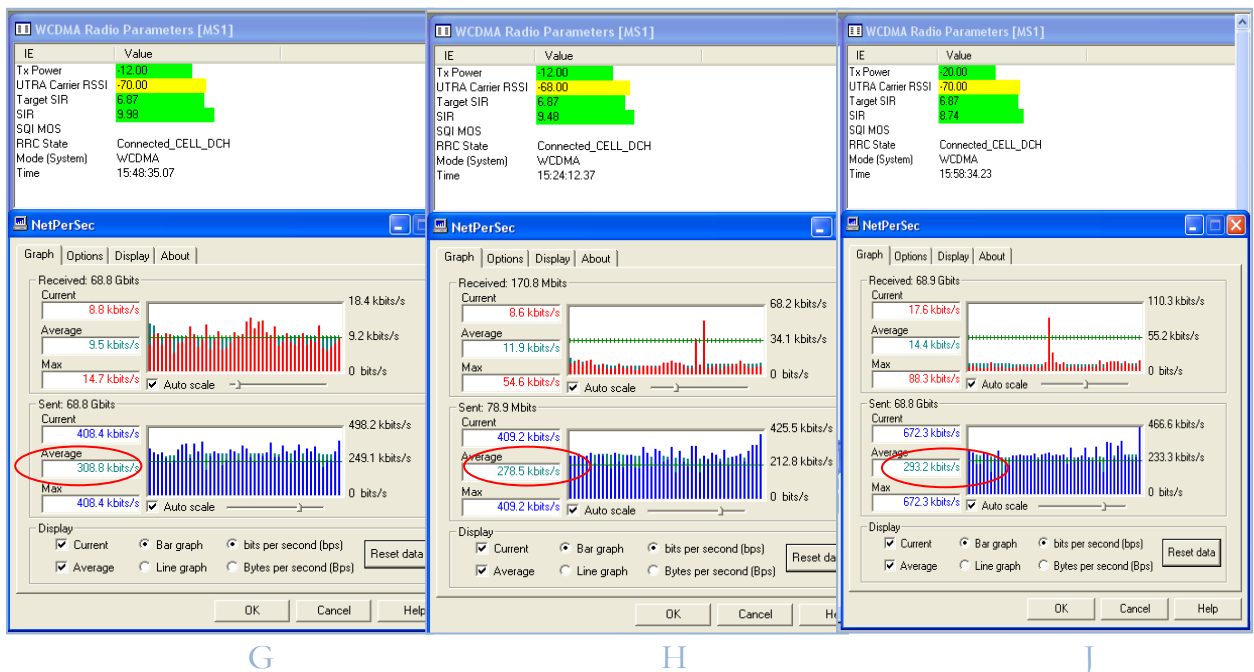


Figure IV. 33 : Débit de R99 Upload obtenu par logiciel TEMS Investigation et NetPerSec

## **CONCLUSION**

Dans ce chapitre nous avons fait ressortir les paramètres qui favorisent l'optimisation des services du réseau mobile 2G et 3G. On a pris en considération les paramètres mesurés par le Drive Test, tout cela réalisé par l'outil Mapinfo.

L'analyse du Drive test nous a permis de détecter la position des anomalies du réseau pour permettre d'avoir plus d'information sur le problème et aussi faire les changements adéquats.

# **CONCLUSION GENERALE**



Quelque soit le réseau, il présente des différents problèmes d'optimisation, cette optimisation passe au premier temps par la phase de drive test pour localiser les problèmes, après par la phase d'investigation qui consiste à connaître les causes de ces problèmes pour arriver enfin à délivrer une solution efficace.

L'optimisation radio des réseaux cellulaires est indispensable afin d'aboutir à une meilleure couverture et une qualité de service satisfaisante. Les paramètres radio sont largement utilisés dans l'optimisation radio qui améliore la phase de la planification, et qui sont essentiels pour gérer les procédures nécessaires afin d'assurer la continuité des communications.

L'objectif de ce travail est de développer une macro réalisée sous Mapbasic pour automatiser l'opération d'extraction des traces de mesures faites par l'analyse de drive test afin de générer des rapports de mesure radio.

Les résultats obtenus par notre application sont intéressantes car elles facilitent et aident l'ingénieur d'analyser et par conséquent faire l'optimisation nécessaire et satisfaisante du réseau ciblé.

Le travail accompli peut être enrichi par d'autres éléments, dans les futurs projets de fin d'étude

# **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] **KALAMBA, Leon BEYA**. Interconnexion entre deux réseaux cellulaires des normes GSM par faisceau hertziens cas de CCT et Vodacom. Interconnection between two GSM cellular networks per radio-relay system CCT and Vodacom, 2010. Mémoire PFE, ISTA Radio transmission.
- [2] **Yahia BELBAL, Abdelbasset SOUALMIA**, “Etude et proposition des techniques de migration optimales des réseaux 2G vers les réseaux 3G”, 2013, Mémoire PFE. INTTIC Oran.
- [3] **JoeFATAKI-ELUMBE**, “Cas du réseau GPRS et UMTS”, Institut supérieur de techniques appliquées, 2010, UATM GAZA, Mémoire Licence, 2015.
- [4] **TALEB IMANE Soumia, BOUDINA Ikram.**, “ Développement D'un Outil D'optimisation Pour L'allocation Des Fréquences Dans Le Réseau GSM”, 2013, Mémoire PFE, Université de Tlemcen.
- [5] **MEDJATI Walid Yassine**, Exploitation des UAVs dans l'optimisation des réseaux de Télécommunications, 2017, Mémoire PFE, Université de Tlemcen.
- [6] **Yacine BAROUDI**, “3G+ Radio Network Dimensioning and Planning”, 2015, Mémoire PFE. INTTIC Oran.
- [7] **Alban HOUNTON**, “ Etude des performances des réseaux 4G”, 2015, Mémoire Licence Professionnelle. UATM GASA FORMATION, UATM GAZA.
- [8] **H.Megnafi, N.Boukli-Hacene, H.A.Berrichi**, “ Optimisation Radio dans le réseau GSM : L'évaluation des paramètres radio utilisés dans la liaison radio de réseau GSM par le Software GSM-RNO (GSM - Radio Network Optimisation)”, Editions universitaires européennes, ISBN-6131587795, 2011.
- [9] **Yacine ZERROUKI, Oualid BOUASLA**, “Optimisation des réseaux 2G 3G”, Mémoire PFE, 2016, INTTIC Oran.
- [10] “GSM Basic and Key Technology”, ZTE University.
- [11] **Yousef ADJIOUA, Mohamed Essaddik HADDAD.**, “3G Network Dimensioning and Planning”, 2015, Mémoire PFE. INTTIC Oran.
- [12] **SLIMANI, Anwar**, “Dimensionnement et Planification d'un Réseau GSM”, 2010, Mémoire PFE, Université de Tlemcen.
- [13] **H.Megnafi, N.Boukli-Hacene, R.MERZOUGUI**, “Analyse Et Optimisation de l'Interface Radio Par Kpi : Optimisation radio base sur KPI (Key Performance Indicator), Editions universitaires européennes, ISBN-9786131583834, 2011.
- [14] **SofienJouini**, “Ericsson 3G trial network optimization”, 2007, Mémoire PFE, High school for communications Tunis.
- [15] **KHaoula EL HABIB**, “Optimisation du réseau 3G en corrélation avec les

statistiques et les KPI'S”, 2011, thèse de doctorat, ENSA Tétouan.

- [16] **Hayat MOUSSAOUI, M.CHERIF RAMDANI**, “Etude de la planification radio d’un réseau UMTS, 2015, Mémoire PFE, Université de Bejaia.
- [17] **Naoual .EL WASSIFI, Younes .ARICHE**, “Planification et dimensionnement de 3G”, 2009, Mémoire PFE, ENSA Tanger.
- [18] **KARAOUI, Mahmoud, HAMMOUMI Abdelhalim**. “Analyse Et Dimensionnement De La Couverture Dans Le Réseau UMTS”, 2017, Mémoire PFE.
- [19] **MISHRA, Ajay R. (ed.)**. “Advanced cellular network planning and optimization: 2G/2.5 G/3G... Evolution to 4G”, 2007, John Wiley & Sons.
- [20] **LAIHO, Jaana, WACKER, Achim, et NOVOSAD, Tomáš (ed.)**, “Radio network planning and optimization for UMTS”, John Wiley & Sons, 2006.
- [21] **Yanis MESSAOUDI, Azeddine BELHOUL**, “Evaluation de qualité de service et Optimisation du réseau UMTS/AT Mobilis à Béjaia”, 2017, Mémoire PFE, Université de Bejaia.
- [22] “User Description and Engineering Guidelines, Radio Network Statistics” 7/100 56–HSC 103 12 Uen A 1998-03-20 ERICSSON
- [23] **Billal DELLYS, Mohamed Amine M.OUAMRI**, “Aspects d’optimisation de l’interface radio”, 2014, Mémoire PFE, Université de Bejaia.
- [24] “GBC\_004\_E1\_0 Radio Parameters”, ZTE University
- [25] “GBC\_005\_E1\_0 GSM Handover and Power Control”, ZTE University
- [26] **Sami HAMAMDJI, Nesreddine Reda SEBA**, “Optimisation Radio de la 3eme Génération de la Téléphonie Mobile”, 2016, Mémoire PFE, Université de Boumerdes.
- [27] **H.Syed Mohib**, “3G Tems Parameters Investigation and Drive Testing”, ZTE University.

**Résumé:** Les réseaux de télécommunications ont pris de plus en plus d'importance dans notre société. Pour satisfaire au mieux les besoins et les intérêts des clients, les opérateurs doivent pouvoir offrir, au meilleur prix, des services d'excellente qualité. C'est dans ce cadre que s'inscrivent le problème de planification et l'optimisation des réseaux cellulaires.

L'objectif de ce travail est l'étude et l'optimisation de la partie radio des réseaux 2G et 3G, par la création d'une macro développée sous Mapbasic pour extraire des figures qui représentent la distribution de la couverture et la qualité de la liaison radio dans une carte afin de générer des rapports de mesure après l'analyse des Drives test.

**Mots-clés:** Réseau cellulaire, GSM, 3G, KPI's, Drive test, Mapinfo, les paramètres radio, TEMS Investigation, Mapbasic, optimisation radio.

---

**Abstract:** Telecommunication networks have become increasingly important in our society. To best satisfy the needs and interests of customers, operators must be able to offer excellent quality services at the best price. To best meet the needs and interests of the customers, the operators must be able to offer, at the best price, services of excellent quality. It is within this framework that the problem of planning and the optimization of cellular networks.

The objective of this work is the study and optimization of the radio part of the 2G and 3G networks, by creating a macro developed under Mapbasic to extract figures that represent the distribution of the coverage and the quality of the radio link in a map in order to generate measurement reports after the analysis of the test Drives.

**Keywords:** Cellular network, GSM, 3G, KPI's, Drive test, Mapinfo, radio parameters, TEMS Investigation, Mapbasic, radio optimization.

---

**ملخص:** أصبحت شبكة الاتصالات السلكية و اللاسلكية ذات أهمية متزايدة في مجتمعنا لتلبية احتياجات العملاء و مصالحهم على أفضل وجه، يجب أن يكون المشغلون قادرين على تقديم خدمات ذات جودة ممتازة بأفضل الأسعار. في هذا السياق يتم إدراج مشكلة تخطيط و تحسين الشبكات الخلوية.

الهدف من هذا العمل هو دراسة و تحسين الجزء الراديوي لشبكات الجيلين الثاني و الثالث عن طريق إنشاء ماكرو تم تطويره تحت Mapbasic لاستخراج البيانات التي تمثل توزيع التغطية و جودة رابط الراديو في الخريطة لإنشاء تقارير القياس بعد تحليل محركات اختبار القيادة.

**العلامات :** الشبكة الخلوية، شبكة جي إس إم ،شبكة الجيل الثالث ، KPIs ، اختبار القيادة، Mapinfo, Mapbasic, TEMS Investigation, تحسين الراديو.