

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Projet de Fin d'Études

présenté par

Aider Younes

&

Mousserati Abdenour

pour l'obtention du diplôme Master en Electronique option Traitement de L'information et systèmes électroniques.

Thème

Contribution à l'optimisation de la 2G et 3G

Proposé par : Mr Khorissi Nasreddine & Mr Toumi Amine

Année Universitaire 2013-2014

Remerciements

Le présent travail est pour nous une occasion et un agréable devoir d'exprimer notre reconnaissance et gratitude envers Dieu tout puissant et nos chers parents.

Un hommage appuyé revient aussi à nos parents pour leurs aides morale et matérielle durant notre cursus.

"ان اشكر لي و لوالديك و اليك المصير"

En préambule à ce mémoire nous tenons à remercier vivement notre promoteur **MR.Khorissi Nasreddine** et notre co-promoteur **MR.Toumi Amine** de nous avoir fait confiance initialement, puis de nous avoir conseillés, orientés judicieusement et encore encouragé.

Nous devons particulièrement remercier les membres de jurys **MR Bencherchali** et **MR Henhen** d'avoir accepté de lire et de discuter cette thèse.

Merci à nos enseignants surtout à **MONSIEUR BARSALI** et **MONSIEUR MELIANI** qui nous ont donné chacun dans leur domaine des conseils, de l'information et orientation ainsi qu'à leur aide morale.

Nous ne voulons surtout pas oublier nos amis **Hichem, Merwane, Djellel, Djazia, Loubna, Mohamed, El hadi** qui nous ont donné de sérieux coups de main tant à l'atelier que sur le terrain ainsi que leur soutien moral.

Nous exprimons notre gratitude à tous les internautes rencontrés (physiquement ou virtuellement) lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à nos questions avec gentillesse. Sans oublier de remercier tout le personnel du département.

Nous nous souvenons voilà aux nouveaux bacheliers que nous étions et aujourd'hui future électroniciens que nous seront.

Nous nous souvenons de nos premiers examens, de nos mauvaises journées où nous voulons tout plaquer, de nos meilleurs moments pleins de volontés.

Nous nous souvenons, de nos respectueux enseignants qui ont réanimé en nous ce noble métier.

Mais nous nous ne souvenons jamais assez de nos parents, qui nous ont soutenus, encouragés et poussés pas à pas, la main dans la main dans cette vie.

A celui qui nous indiqués la bonne voie en nous rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes

A nos pères.

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation

A nos mères.

A nos chers frères et sœurs.

A nos amis de la promotion

A tous ceux qui nous sont chers et ceux qui nous aiment.

ملخص:

شبكات الاتصالات لهم جزء مهم و حساس في نفس الوقت هو جزء الراديو. هذه المذكرة تهدف إلى تقديم مختلف التقنيات و القنوات المستخدمة لنقل البيانات في وصلة لاسلكية لتحسين الارتباط لجانا إلى مؤشرات الأداء المختلفة والعدادات المستخدمة لتوجيه الدعوة.

تحليل الاسباب لكل **KPI** يسمح لنا بالكشف عن الحالات الشاذة. لهذا قمنا بتنفيذ أحد التطبيقات التي يمكن أن تخفف من عمل المهندس المحسن و ذلك لتحسين الشبكة و الكشف عن التغيرات المختلفة.

كلمات المفاتيح: KPI : key performance indicators

Résumé :

Les réseaux télécom ont une partie très essentiel et sensible à la fois : c'est la partie radio. Ce mémoire à pour but d'introduire les différents techniques et canaux utilisés pour la transmission des données dans le lien radio, pour optimiser ce lien nous avons fait recoure aux différents indicateur de performance et les compteurs utilisé pour l'acheminement des appels. L'analyse des causes pour chaque KPI nous permet de détecter les anomalies. Pour cela nous avons mis en œuvre une application qui permet de faciliter le travail de l'optimisateur pour optimiser son réseau et détecter les différents changements.

Mots clés : KPI : key performance indicators.

Abstract :

Telecom networks have a very important and sensitive part: the radio part. This memory aim to introduce the various techniques and channels used for data transmission in the radio link, to optimize the link we have recourse to various performance indicators and counters used for call routing. Analysis of causes for each KPI allows us to detect anomalies. For this we implemented an application that facilitates the optimizer work to optimize the network

Keywords : KPI : key performance indicators.

Liste Des Acronymes Et Abréviations

A

AUC : Authentification Centre.

AGCH : Access Grant Channel.

ATIMASCA: Attempted Immediate Assignment Procedure.

ATSDCMBS: Attempted SDCCH seizure meeting an SDCCH blocked state.

B

BTS: Base Transceiver Station.

BSC:Base Station Controller.

BSS: Base Station Sub System.

BCCH: Broadcast Control Channel.

BER: Bit Error Rate.

BG: Border Gateway.

BMC : Broadcast/Multicast Control.

BPSK :Binary Phase Shift Keying.

BCH : Broadcast channel.

C

CEPT : Conférence Européenne des Postes et Télécommunications.

CN : Core Network.

CM : sous-couche Connection Management.

CC : Call Control.

CDMA : Code Division Multiple Access.

Chips : séquence du code constituée de N éléments.

CCCH : common control channel.

CBCH : Cell Broadcast Channel.

CTCH : Common Traffic CHannel.

CSSR : Call Setup Succes Rate.

D

DCS : Digitale Cellulaire Système.

DL : Downlink.

DCCH : Dedicated Control Channel.

DTCH : Dedicated Trafic Channel.

DCH : Dedicated Channel.

DSCH : Downlink Shared Channel.

DPCH : Dedicated Physical Channel.

DPCCH: Dedicated Physical Control Channel.

DPDCH: Dedicated Physical Data Channel.

E

EIR: Equipement Identity Register.

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

F

FDMA: Frequency Division Multiplexing

FACCH: Fast Associated Control Channel.

FCCH: Frequency Correction Channel.

FDD: Frequency Division Duplex.

G

GPRS: General Packet Radio Services.

GSM: Global System for Mobile Communication.

GMSC: Gateway Mobile Service Switching Center.

GGSN: Gateway GPRS Support Node.

GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying.

H

HLR: Home Location Register.

HO: Handover.

HSN : Hopping Sequence Number.

I

IMEI: International Mobile Equipment Identity.

IMSI: International Mobile Subscriber Identity.

ITU: International Telecommunication Union.

IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000.

IP: Internet Protocol.

K

KPI: Key Performance Indicators.

KI: clé pour authentification.

Kc : clé de chiffrement.

L

LAPD: Link Access Protocol D-channel.

LOWTLEVD: Power control lower threshold level downlink.

UPTLEVD : Power control upper threshold level downlink.

M

MSC: Mobile Service Switching Center.

MIC : Modulation par Impulsion et Codage.

MSISDN: Mobile Station International ISDN Number.

MS: Mobile Station.

ME: Mobile Equipment.

MM : sous-couche Mobility Management.

MAC : Medium Access Control.

MSK: Minimum Shift Keying.

MOBALLOC : Mobile Allocation List.

N

NSS: Network Sub-System.

NMC: Network and Management Center.

NACSUCPR: Number of accesses with a successful result by procedure.

NSUCCHPC: Successful immediate assignments of signalling channels.

NMSGDISQ: Number of messages discarded from the TCH queue.



OSS: *Sous-système d'exploitation et de maintenance.*

OMC: Opérations Maintenance Center.

OVSF: Orthogonal Variable Spreading Factor Code.



PLMN: Public Land Mobile Network.

PDCP : Packet Data Convergence Protocol.

PCU: Packet Control Unit.

PSK: [Phase-shift keying](#).

PS: Packet Switched.

PCH: Paging Channel.

PIN: Personal Identity Number.

PN : Pseudo random Noise code.

PCCH : Paging Control Channel.

PDSCH: Physical Downlink Shared Channel.

PRACH: Physical Random Access Channel.

PWREDSS : Power reductionstep size.

PWRINCSS : Power increasestep size.

PDP : Packet Data Protocol.

Q

QPSK: Quaternary Phase Shift Keying.

R

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services.

RACH: Random Access Channel.

RNC: Radio Network Controller.

RR : sous-couche Radio Ressource.

RRC : Radio Resource Control.

RLC : Radio Link Control.

RCC : Radio Cmmon Carrier.

RXLEV : Received Signal Level.

RXQUAL : Received Signal Quality.

S

[SIM](#): Subscriber Identity Module.

SGSN: Serving GPRS Support Node.

SDCCH: Stand-alone Dedicated Control Channel.

SCH: Synchronisation Channel.

SUIMASCA: Successful Immediate Assignment Procedure.

SABM: SET ASYNCHRONOUS BALANCED MODE.

SMS: Short message Service.

SS : Supplementary Services.

SF : Spreading Factor.

SACCH: Slow Associated Control Channel.

SRES : Signed Response.

SMSC : Short Message Service Center.



TDMA: Time Division Multiple Access.

TASSFAIL: Total number of assignment failures.

TCH: Canaux de traffic.

TASSATT: Total Number of Assignment Attempts.

TASSUCC: Total Number of Successful Assignments.

TASSFAIL: Total Number of Assignment Failures.

TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity.

TRX: Matériel d'émission-réception permettant de gérer une paire de fréquences

TC : Transcoder.

TDD : Time Division Duplex.

TCH/FS : Canaux de traffic (plain debit).

TCH/HS : Canaux de traffic (demi debit).

TACCBPRO: Total number of Accesses by Procedure.

U

UMTS: Universel Mobile Telecommunication System.

UIT : Union Internationale des Télécommunications.

UL: Uplink.

UTRAN: Universal Terrestrial Radio Access Network.

UE : User Equipement.

USIM: UMTS Subscriber Identity Module.

V

VLR: Visitor Location Register.

W

WARC: World Administrative Radio Conference.

W-CDMA : Wideband Code Division Multiple Access.

Table des matières

Introduction Générale	(1)
------------------------------------	-----

CHAPITRE 1 : Généralité Sur Les Réseaux GSM/UMTS

1.1 Le réseau GSM.....	(3)
1.1.1 Introduction.....	(3)
1.1.2 Architecture du réseau GSM.....	(4)
<i>a Le sous système radio (BSS : Base Station Subsystem)</i>	(4)
<i>b Le sous système d'acheminement (NSS : Network Sub-système)</i>	(7)
<i>c Le Sous Système d'Exploitation et de Maintenance (OSS : Operation Support Subsystem)</i>	(8)
1.1.3 La station mobile.....	(10)
1.1.4 Les interfaces.....	(11)
1.2 Le réseau GPRS	(12)
1.2.1 Définition.....	(12)
1.2.2 Architecture de réseau GPRS.....	(13)
<i>a SGSN (Serving GPRS support node)</i>	(13)
<i>b GGSN (Gateway GPRS Support Node)</i>	(13)
<i>c PCU (Packet Control Unit)</i>	(13)
<i>d BG (Border Gateway)</i>	(14)
1.2.3 La MS (Mobile Station).....	(14)
1.2.4 Les interfaces du réseau GPRS.....	(15)
1.2.5 les avantages du réseau GPRS.....	(15)

1.3 Le réseau EDGE.....	(16)
1.3.1 Introduction.....	(16)
1.3.2 Débit et codage.....	(16)
1.4 Le réseau UMTS.....	(17)
1.4.1 Définition.....	(17)
1.4.2 Architecture.....	(17)
<i>a Le réseau d'accès UTRAN.....</i>	<i>(18)</i>
<i>b le sous système réseau CN (Core Network).....</i>	<i>(19)</i>
1.4.3 Station Mobile : (UE, User Equipment).....	(20)
1.4.4 Les interfaces.....	(21)
1.5 Conclusion.....	(21)

CHAPITR 2 : La Partie Radio Du Réseaux GSM et UMTS

2.1 Introduction.....	(22)
2.2 Le concept cellulaire.....	(22)
2.3 Gestion de la mobilité et d'itinérance.....	(24)
2.4 Les interfaces.....	(25)
2.4.1 Les interfaces du réseau GSM.....	(25)
<i>a La couche 1 (couche physique).....</i>	<i>(25)</i>
<i>b La couche 2 (couche de Liaison de données).....</i>	<i>(26)</i>
<i>c la couche 3 (couche de gestion).....</i>	<i>(26)</i>
2.4.2 Les interfaces du réseau UMTS.....	(27)
<i>a La couche 1 (couche physique).....</i>	<i>(27)</i>
<i>b La couche 2 (couche de liaison).....</i>	<i>(28)</i>
<i>c La couche 3 : couche RRC (Radio Resource Control).....</i>	<i>(28)</i>
2.5 Les modulations utilisées.....	(29)
2.5.1 La modulation du GSM.....	(29)

2.5.2 La modulation du réseau UMTS.....	(29)
2.6 Les techniques d'accès multiples.....	(30)
2.6.1 Partage en Temps(TDMA) : (GSM).....	(30)
2.6.2 Principe WCDMA : (UMTS).....	(32)
2.7 Les canaux – vue globale.....	(34)
2.7.1 Les canaux physiques et logiques du réseau GSM.....	(34)
2.7.2 Les canaux du réseau UMTS.....	(36)
a Canaux logiques.....	(36)
b Canaux de transport.....	(37)
c Canaux physiques.....	(38)
2.7.3 Principe des canaux logiques.....	(39)
a Le Principe en GSM.....	(39)
b Le principe en UMTS.....	(40)
2.8 Principe Généraux d'authentification et de chiffrement.....	(41)
2.8.1 Authentification de l'identité de l'abonné.....	(42)
2.9 Conclusion.....	(43)

CHAPITRE 3 : Optimisation Radio

3.1 Introduction.....	(44)
3.2 Généralité sur l'optimisation radio.....	(44)
3.3 Principaux clés indicateurs de performances (KPI : Key Performances Indicators).....	(45)
3.3.1 Le Call Setup.....	(46)
a Allocation du SDCCH (Immediate assignment).....	(46)
b Authentification (SSS PROCEDURE).....	(47)
c Allocation du TCH(ASSIGNMENT).....	(48)
3.3.2 HANDOVER.....	(49)
3.3.3 Call Drop Rate (le taux d'appel perdu).....	(53)

3.4 Les différents causes des KPI's importants.....	(54)
3.4.1 Les causes de Call setup succesrate.....	(54)
3.4.2 Les causes du Handover.....	(54)
3.4.3 Les causes du Call Drop.....	(55)
3.5 Les méthodes d'optimisation des KPI's.....	(56)
3.5.1 Saut de fréquences (Hopping).....	(56)
<i>a Paramètres Hopping (saut de fréquence).....</i>	<i>(57)</i>
3.5.2 Contrôle de puissance (Power Control).....	(57)
3.6 Conclusion.....	(58)

Chapitre 4 Résultats et interprétation

4.1 Introduction.....	(59)
4.2 L'organigramme de l'application.....	(60)
<i>a Le design.....</i>	<i>(60)</i>
<i>b Le programme</i>	<i>(61)</i>
<i>c SQL server base de données.....</i>	<i>(61)</i>
4.3 Les taches effectuées	(63)
4.3.1 Partie analyse	(63)
4.3.2 Partie insertion.....	(64)
<i>a Diagnostique des anomalies.....</i>	<i>(65)</i>
4.3.3 Partie outils	(67)
<i>a L'audit des paramètres</i>	<i>(68)</i>
<i>b HOPP.....</i>	<i>(68)</i>
<i>c génération de rapports</i>	<i>(69)</i>
<i>d Mise en page de données récoltées auprès des fournisseurs d'interface (fichier à l'état brute difficilement lisible).....</i>	<i>(70)</i>
<i>e Les statistiques du Handover</i>	<i>(71)</i>
4.3.4 Partie Map.....	(72)

4.4. Conclusion..... (74)

Conclusion générale..... (75)

Bibliographie (77)

Liste des figures

Chapitre 1 Généralités sur les réseaux GSM/UMTS

Figure 1.1. : Architecture d'un réseau GSM.....	(4)
Figure 1.2. BTS macro-outdoor.....	(5)
Figure 1.3. Micro-BTS.....	(6)
Figure 1.4. : Représentation des interfaces dans un système GSM.....	(11)
Figure 1.5. : Architecture du réseau GPRS.....	(13)
Figure 1.6. : Combinaison de l'UMTS aux réseaux GSM/GPRS.....	(18)
Figure 1.7. Architecture générale du réseau UMTS.....	(18)
Figure 1.8 : les domaines du CN (Core Network).....	(19)

Chapitre 2 La partie radio des réseaux GSM et UMTS

Figure 2.1 répartition des fréquences pour les cellules.....	(23)
Figure 2.2 variation de la taille des cellules entre zone urbaine et rurale.....	(23)
Figure 2.3 Organisation générale des couches en GSM.....	(27)
Figure 2.4 Organisation générale des couches du réseau UMTS.....	(29)
Figure 2.5. Modulation GMSK.....	(29)
Figure 2.5 Modulation QPSK et BPSK.....	(30)
Figure 2.6 format d'un burst d'information, burst normal.....	(31)
Figure 2.7 Principe de l'étalement de spectre.....	(32)
Figure 2.8 Comparaison entre les accès multiples : TDMA-CDMA.....	(33)
Figure 2.9 duplexage du TD-CDMA et W-CDMA.....	(34)
Figure 2.10 Représentation symbolique d'un canal physique supportant un canal de trafic (TCH) et un canal associé (SACCH).....	(35)
Figure 2.11 les canaux logiques du GSM.....	(35)
Figure 2.12 correspondance entre les canaux en UMTS.....	(39)
Figure 2.13 Structure temporelle des trames en GSM.....	(40)
Figure 2.14 structure temporelle des trames en UMTS.....	(40)
Figure 2.15 l'utilisation des différents éléments de sécurité dans le GSM.....	(41)
Figure 2.16 déroulement de la procédure d'authentification.....	(43)

Chapitre 3 Optimisation radio

Figure.3.1 Immediate Assignment Procedure.....	(46)
Figure.3.2 l'échange de l'information entre le mobile et le MSC.....	(47)
Figure 3.3 La procédure pour assigner un canal TCH au mobile.....	(48)
Figure 3.4 procédure d'un HO intercell inter BSC.....	(50)
Figure 3.5 expiration du Timer T3124.....	(52)
Figure.3.6 le timer qui intervient dans HO intra BSC auprès de la new BTS.....	(52)
Figure 3.7 exemple de saut de fréquence (hopping).....	(57)

Chapitre 4 Résultats et interprétation

Figure 4.1 l'organigramme de l'application.....	(60)
Figure 4.2. Les tables de la base de données.....	(62)
Figure 4.3. Visualisation des données sous forme de grille.....	(63)
Figure 4.4. Visualisation des données sous forme de graph.....	(64)
Figure 4.5. Détection d'un problème d'interférence.....	(65)
Figure 4.6. Détection des problèmes dans la partie CSSR.....	(66)
Figure 4.7. Détection des causes du handover.....	(66)
Figure 4.8. Graphe des bandes.....	(67)
Figure 4.9. Affichage du paramètre RDLNKTO.....	(68)
Figure 4.10. Changement de fréquences.....	(68)
Figure 4.11. Exemple sur un rapport pour le CSSR.....	(69)
Figure 4.12. Le fichier brut.....	(70)
Figure 4.13. Extraction du fichier brute.....	(70)
Figure 4.14. Comparaison des données.....	(71)
Figure 4.15. Handover statistique.....	(71)
Figure 4.16. Les causes de HO stat.....	(72)
Figure4.17. Visualisation d'une cellule en mode aerial.....	(73)
Figure4.18. Visualisation d'une wilaya en mode road.....	(73)

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux GSM/UMTS

Tableau 1.1 représentation des caractéristiques de ces deux normes.....	(4)
Tableau 1.2. Présentation des interfaces dans un réseau GSM.....	(12)
Tableau 1.3 : présentation des interfaces du réseau GPRS.....	(15)
Tableau 1.4. Type de modulation et le débit utilisé par l'EDGE.....	(16)

Chapitre 2 : La partie radio des réseaux GSM et UMTS

Tableau 2.1 Présentation générales des canaux logiques.....	(36)
---	------

Chapitre 3 : Optimisation radio

Tableau.3.1 représentation des compteurs intervenant dans Immediate Assignment Procédure.....	(46)
Tableau.3.2 les compteurs qui interviennent dans l'authentification.....	(48)
Tableau 3.3 les compteurs qui interviennent dans la procédure d'allocation un canal TCH.....	(49)

Introduction générale

Les réseaux de télécom ont pour fonction de transporter des données d'une machine terminale à une autre. Une série d'équipements matériels et de processus logiciels sont mis en œuvre pour assurer ce transport, depuis les câbles terrestres ou les ondes radio dans lesquels circulent les données jusqu'aux protocoles et règles permettant de les traiter. Les réseaux GSM et UMTS sont la meilleure illustration car ils ont connu un formidable essor dans le monde entier, en quelques années, ils sont devenues un véritable phénomène de société.

Le GSM et l'UMTS sont aujourd'hui ancrés dans la vie quotidienne de ses utilisateurs, et il est devenu naturel de pouvoir téléphoner et se connecter n'importe où et à n'importe quel moment.

Chaque jour, c'est plus de 17 millions d'utilisateurs qui se connectent régulièrement au réseau d'Orascom Télécom Algérie « DJEEZY », et il est vraiment difficile d'assurer une bonne couverture et un bon fonctionnement du réseau, car les mobiles changent de location de façon continue et donc le trafic va varier entre les zones et dans le temps. Cette variation entraîne une influence directe sur la qualité radio et la capacité globale du système.

Notre projet consiste à réaliser une étape d'une importance majeure, par laquelle tout opérateur doit passer après la planification des cellules, qui est l'optimisation qui a pour but d'améliorer la qualité et d'avoir une idée précise sur le bon fonctionnement du réseau.

Ce mémoire présente un guide efficace pour l'optimisation du réseau GSM et UMTS et en parallèle une bonne référence de ces deux technologies.

Enfin, dans le cas pratique, on va développer une application d'optimisation qui nous permettra de visualiser les sites GSM et UMTS sur carte Bing Map et de récolter des données et de les exploiter sur grille et graphe et de générer les rapports d'études de tout les cas possibles.

Notre mémoire est organisé comme suit :

Le 1^{er} chapitre sera consacré aux généralités sur les réseaux GSM/UMTS

Le 2^{ème} chapitre fera l'objet de la partie radio du réseau.

Dans le 3^{ème} chapitre nous aborderons l'optimisation radio.

Dans le 4^{ème} chapitre nous présenterons notre application avec les différents résultats et interprétation.

En fin, nous terminerons notre travaille par une conclusion générale.

Chapitre 1 Généralité sur les réseaux GSM et UMTS

1.1 Le réseau GSM

1.1.1 Introduction : Historique

L'avènement de la GSM a commencé en 1979 par la WARC « World Administrative Radio Conference ». Un accord a été conclu au sein de cette instance internationale, dépendant de l'Union Internationale de Télécommunication « UIT », pour ouvrir une bande des 900 MHz aux services mobiles. Au début des années 80, la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) crée un groupe de travail, le GSM (Groupe Spécial Mobile), pour définir un système numérique de communication avec les mobiles à vocation internationale pour l'horizon 1990. L'année 1992 a vu la commercialisation réelle des premiers systèmes GSM. Le sigle GSM change de langue pour l'appellation et devient « Global System for Mobile communications », 1995 Les travaux de normalisation des services se poursuivent et sont publiés et en 2001 Les services à valeur ajoutée viennent intégrer la spécification (SMS, GPRS). Le terme DCS (Digital communication system) est une norme de [téléphonie mobile](#) qui fait partie des normes [GSM](#), mais utilise des bandes de fréquences 1800.

Sur le tableau 1.1 nous avons représenté les caractéristiques de ces deux normes.

Les cellules de cette norme ont un rayon de couverture moindre que les cellules 900. Ils sont utilisés dans des zones urbaines denses où le trafic est important. On les retrouve sous forme de Macro [BTS](#) et micro BTS. [1]

	GSM	DCS
Bande de fréquence	890-915 / 935 -960 (MHz)	1710-1785-1805-1880 (MHz)
Nombre d'intervalles de temps par trame TDMA	8	
Ecart duplex	45 MHz	95 MHz

Rapidité de modulation	271 kbit/s	
Débit de la parole	13 kbit/s (5,6 kbit/s)	
Débit maximal des données	12 kbit/s	
Accès multiple	Multiplexage fréquentiel et temporel et duplexage	
Rayon des cellules	0,3 à 35 km	0,1 à 4 km
Puissance des terminaux	2 et 8 W	0,25 et 1 W

Tableau 1.1. Représentation des caractéristiques de ces deux normes. [1]

1.1.2 Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM est composé de 3 parties essentielles:

- Un sous-système radio, le BSS (Base Station Subsystem).
- Un sous-système réseau, le NSS (Network Subsystem).
- Un sous-système d'exploitation et de maintenance, l'OSS (Operating Support System)

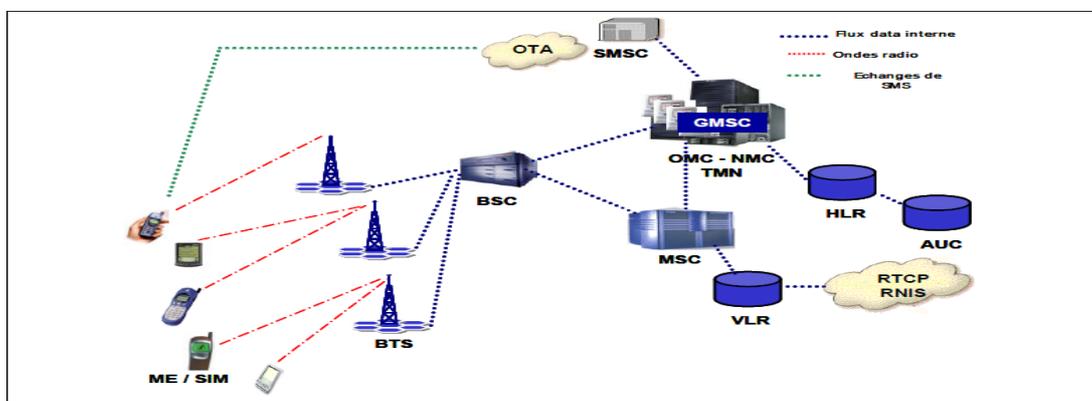


Figure 1.1. Architecture d'un réseau GSM.

a Le sous système radio (BSS : Base Station Subsystem)

Le BSS est principalement composé de stations mobiles, de la station de base (BTS), du contrôleur de stations de bases (BSC) et d'un transcodeur.

a.1 Station mobile (MS : Mobile Station)

La station mobile est le mobile GSM que nous connaissons tous. La carte SIM (Subscriber Identity Module) qu'elle reçoit permet l'identification de l'utilisateur par le réseau.

a.2 Station de base (BTS : Base Transceiver Station)

Une station de base est un ensemble d'émetteurs récepteurs appelé TRX qui assure la couverture radio électrique d'une cellule (modulation, démodulation, égalisation, correcteurs d'erreurs), et fournit un point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa cellule pour recevoir ou pour transmettre des appels. Elle gère huit communications simultanément au maximum.

La BTS gère la couche liaison de données pour l'échange de signalisation entre les mobiles et l'infrastructure (LAPD). enfin elle gère la liaison de donnée avec la BSC afin d'assurer la fiabilité du dialogue, elle a une capacité de 16 porteuses (théoriquement) donc elle supporte une centaine de communication simultanées.

On distingue deux types de BTS : BTS macro-outdoor et les micro-BTS

- **BTS macro-outdoor** : sont les stations de Base classiques utilisée dans les systèmes cellulaires avec des équipements complémentaires installés dans des locaux techniques et des antennes sur les toits, voir la figure 1.2.

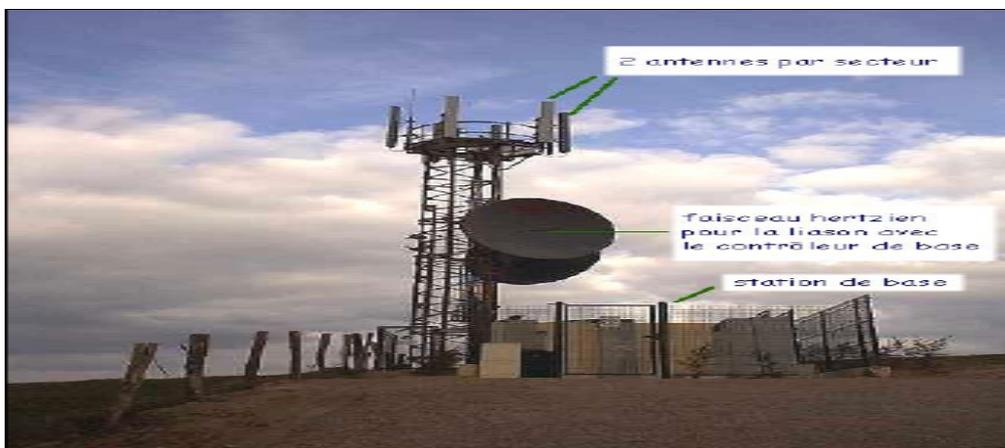


Figure 1.2. BTS macro-outdoor.

- Les BTS Rayonnantes : Ce sont des antennes omnidirectionnelle elles couvrent une grande superficie allant jusqu'à 20Km a la ronde. Elles sont utilisées sur des sites à faible concentration et dans des terrains dégagés.
- Les BTS ciblées : Ce sont des antennes directionnelles avec un angle d'ouverture très précis. Leurs portée est de 2 Km environ. On les utilise le

plus souvent sur des sites à forte concentration d'abonnés. Avec ce type de BTS, on peut réutiliser facilement la même fréquence dans une cellule à proximité.

- **Micro-BTS** : Sont utilisés pour couvrir les zones urbaines denses avec des microcellules. Il s'agit d'un équipement de faible taille, de faible coût qui permet de lieux couvrir un réseau dense comme le quartier d'une ville à forte influence, voir la figure 1.3



Figure 1.3. Micro-BTS.

a.3 Contrôleur de station de base (BSC : Base Station Controller)

Il contrôle les stations de base et assure la commutation entre les ressources terrestres et radio. C'est un élément intelligent et joue un rôle de concentrateur pour le trafic abonné et communique avec les BTS par le biais de l'interface A-bis, C'est un contrôleur de station de base qui gère une ou plusieurs BTS et n'est relié qu'à un seul MSC, il remplit différentes fonctions de communication et exploite le trafic abonné venant des BTS.

Ce contrôleur gère les transferts intercellulaires des utilisateurs dans sa zone de couverture, c'est-à-dire quand une station mobile passe d'une cellule vers une autre. Il doit alors communiquer avec la station de base qui va prendre en charge l'abonné et lui communiquer les informations nécessaires tout en avertissant la base de données locale VLR et de nouvelle localisation de l'Abonné.

Le BSC est relié par une ou plusieurs liaisons MIC avec la BTS et le MSC, et gère donc une liaison de donnée avec ceux-ci.

b Le sous système d'acheminement (NSS : Network Sub-système)

Le sous-système d'acheminement regroupe toutes les fonctions de commutation et de routage. En d'autres termes le NSS assure le routage et le transport des données entre deux abonnés lorsqu'une communication est établie par exemple.

Trois entités principales constituent le NSS :

b.1 Centre de commutation mobile (MSC : Mobile Service Swithing Centre)

Le centre de commutation mobile est relié aux sous-systèmes radio via l'interface A, son rôle est de gérer l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC, la transmission des messages court et l'exécution du Handover⁽¹⁾. Il dialogue avec le VLR pour gérer la mobilité des usagers : vérification des caractéristiques des abonnés visiteurs lors d'un appel départ, transfert des informations de localisation.

De plus il participe à la fourniture des différents services aux abonnés. il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR et VLR) qui donne toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau

Il à accès vers les bases de données du réseau, vers le centre d'authentification qui vérifie les droits des abonnés sur le réseau GMSC, il est activé au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

b.2 L'enregistreur de localisation nominale (HLR: Home Location Register)

C'est une base de données de localisation qui gère les abonnés d'un PLMN donné. Il mémorise les caractéristiques de chaque abonné :

- Identité internationale de l'abonné utilisée par le réseau (IMSI)
- Le numéro d'annuaire de l'abonné (MSISDN)

(1) : voir l'explication à la page 24.

- Il mémorise pour chaque abonné le numéro VLR ou il est enregistré même ou l'abonné se connecte sur un PLMN étranger. Cette localisation est faite à partir des informations émises par le terminal à travers le réseau.

C'est un enregistreur de localisation nominale par opposition au VLR, le réseau identifie le HLR à partir du numéro MSISDN ou de l'identité de l'IMSI de l'abonné.

b.3 L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR : Visitor Location Register)

C'est une base de données qui mémorise de façon temporaire les informations dynamique concernant tous les abonnés qui appartiennent à la surface géographique qu'elle contrôle, donc l'opérateur peut savoir dans quelle cellule se trouve chaque abonné. Ces données sont réclamées à l'HLR auquel l'abonné appartient. Généralement pour simplifier les données réclamées et ainsi la structure du système, les constructeurs installent le VLR et le MSC côte à côte, de telle sorte que la surface géographique contrôlée par le MSC et celle contrôlée par le VLR correspondent

La mise à jour du HLR est importante lorsque le réseau cherche à joindre un abonné, il interroge toujours le HLR de l'abonné pour connaître la dernière localisation ensuite il consulte le VLR concerné afin de tracer le chemin.

c Le Sous Système d'Exploitation et de Maintenance (OSS : Operation Support Subsystem)

Son rôle est d'assurer la gestion et l'exploitation de réseaux de plusieurs milliers de BTS, plusieurs centaines de BSC et plusieurs dizaines de MSC. C'est une tâche extrêmement complexe dont l'efficacité conditionne directement la rentabilité du réseau. Donc il n'est plus question de se contenter d'intervention sur site quand bien même chaque équipement offrirait des possibilités d'exploitation à distance. Ceci requiert l'introduction de machines spécifiques et la mise en place d'un réseau spécialisé permettant l'interconnexion de tous ces équipements. Le système qui effectue ces tâches porte le nom de sous système d'exploitation et de maintenance (OSS). Et il contient :

c.1 L'enregistreur des identités des équipements (EIR: Equipment Identity Register)

L'EIR, est une base de données annexe contenant des identités des terminaux (IMEI). Elle peut être consultée lors des demandes de service d'une donnée pour vérifier que le terminal utilisé est autorisé à fonctionner sur le réseau.

L'identité d'un terminal contient un numéro d'homologation commun à tous les terminaux d'une même série, un numéro identifiant l'usine d'assemblage et un numéro spécifique au terminal.

c.2 Centre d'authentification (AUC : Authentication Centre)

Le Centre d'authentification est une fonction du système qui a pour but de vérifier si le service qui est demandé par l'abonné autorisé, et ceci en fournissant soit les codes pour l'authentification.

Le mécanisme d'authentification vérifie la légitimité de la SIM sans transmettre, pour autant, sur le canal radio les informations personnelles de l'abonné, telles l'IMSI et la clef de chiffage sont utilisés dans le but de vérifier si l'abonné qui essaye d'accéder au service est autorisé ou non, le chiffage par contre génère quelques codes secrets qui serviront pour crypter tous les échanges qui ont lieu sur le canal radio. Les codes d'authentification et de chiffage sont obtenus aléatoire pour chaque abonné grâce à quelques ensembles d'algorithmes définis par le standard et sont mémorisés soit sur l'AUC.

L'authentification se fait de façon systématique chaque fois que la MS se connecte au réseau et plus précisément dans les cas suivants :

- Chaque fois que la MS reçoit ou émet un appel.
- A chaque mise à jour de la position de la MS (location update).
- A chaque demande de mise en activité, de cessation d'activité ou de l'utilisation des services supplémentaires.

L'AUC peut être installé aussi comme une application différente dans la même station de travail qui contient l'HLR, qui est le seul élément du système avec lequel il est relié et peut échanger, et qui plus est, il ne peut pas être géré de loin pour de raisons de sécurité.

c.3 L'OMC (Opérations Maintenance Center) et le NMC (Network and management center)

Le NMC permet l'administration générale de l'ensemble du réseau par un contrôle centralisé, Alors que L'OMC à travers le contrôle informatisé permettant une supervision locale des équipements et il est décomposé en deux centres :

- 1- Le centre d'exploitation et de maintenance de sous-système radio (OMC-R) qui supervise la partie BSS
- 2- Le centre d'exploitation et de maintenance de sous-système réseau (OMC-S) qui supervise, détecte et corrige les anomalies de la partie NSS.

1.1.3 La station mobile

La station mobile MS « Mobile Station » désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM « Subscriber Identity Module » qui permet d'accéder aux services de télécommunications d'un réseau mobile GSM. La carte SIM d'un abonné contient toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement du mobile:

Ses identités sont:

- Universelle et unique IMSI « international Mobile Subscriber Identity ».
- Temporaire et valable seulement au sein d'un VLR: TMSI « Temporary Mobile Subscriber Identity ».
- Eventuellement un code PIN « bloquant la carte après trois essais ».
- Sa clé de chiffrement.
- Sa clé d'authentification.
- les algorithmes de chiffrement et d'authentification.

Le terminal est muni d'une identité particulière, l'IMEI (International Mobile Equipment Identity). Cette identité permet en particulier de déterminer le constructeur de l'équipement. [1]

1.1.4 Les interfaces

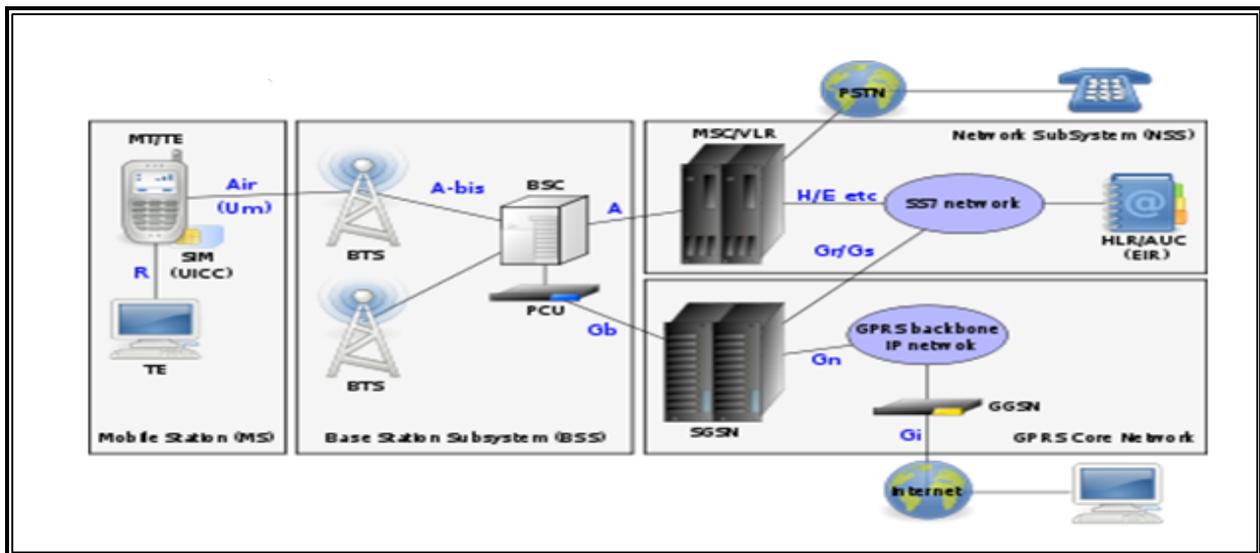


Figure 1.4. Représentation des interfaces dans un système GSM.

Les interfaces sont des protocoles permettant de communiquer entre chaque structure du réseau GSM. Ce sont des éléments essentiels définis dans la norme GSM, ces interfaces qui déterminent les interconnexions réseau au niveau international. Ce réseau a une architecture filaire mis à part la partie reliant le mobile à la BTS qui est une interface air.

Sur le tableau 1.2 nous avons présenté les interfaces du réseau GSM

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

Le tableau 1.2. Présentation des interfaces dans un réseau GSM.

1.2 Le réseau GPRS

1.2.1 Définition

GPRS pour « General Packet Radio Service » est en premier lieu un réseau IP, le réseau est donc constitué de routeurs IP.

Il représente une évolution majeure du réseau GSM, l'idée du GPRS est venue grâce à l'utilisation croissante d'internet, fondé sur l'interface radio du GSM, le réseau GPRS est caractérisé par un double réseau cœur, le premier réseau cœur pour le transport du téléphone et un réseau cœur pour le transport des données sous forme de paquets, cela en ajoutant des terminaux spécifiques, capables de gérer à la fois les voies téléphoniques, et les voies de données.

1.2.2 Architecture de réseau GPRS

Le réseau GPRS vient ajouter quelques modules au réseau GSM sans changer le réseau existant, voir la figure 1.4

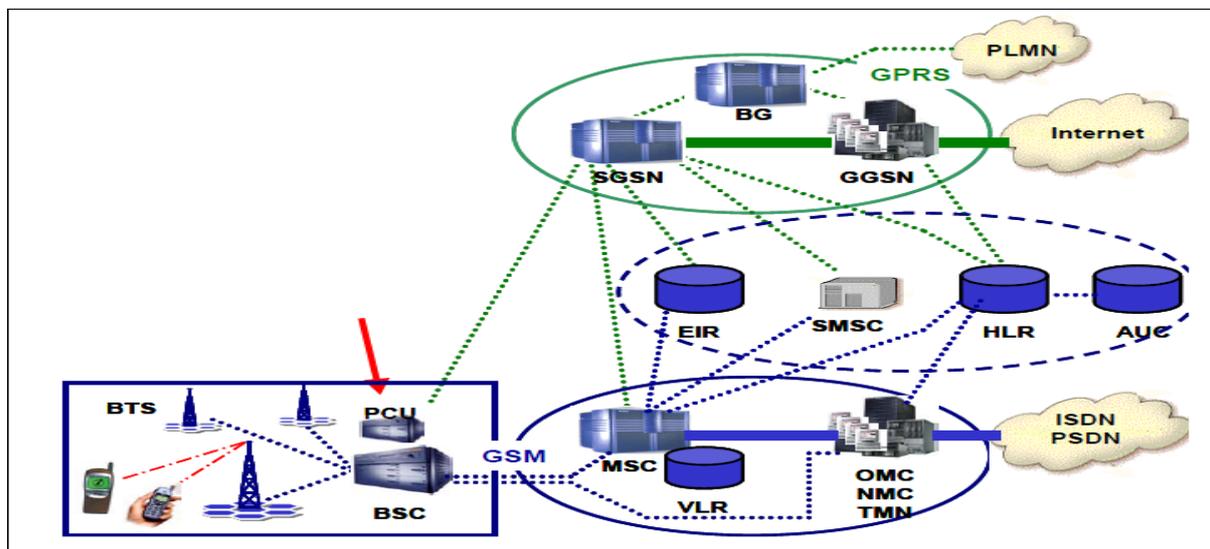


Figure 1.5. Architecture du réseau GPRS.

a SGSN (Serving GPRS support node)

Il est relié par des liens Frame Relay au sous-système radio GSM. « BSS »

Le SGSN est connecté à plusieurs BSC et présent dans le site d'un MSC.

Il se charge de :

- Authentifier les stations mobiles GPRS.
- Prendre en charge l'enregistrement des stations mobile au réseau GPRS (attachement).
- Prendre en charge la gestion de la mobilité des stations mobiles. En effet, une station mobile doit mettre à jour sa localisation à chaque changement de zone de routage.
- Etablir, maintenir et libérer les contextes PDP, qui correspondent à des sessions de données permettant à la station mobile d'émettre et de recevoir des données.
- Relier les paquets de données de la station mobile au réseau externe ou du réseau à la station mobile.

- Collecter les données de taxation de l'interface air
 - S'interfacer à d'autres nœuds (HLR, MSC, BSC, SMSC, GGSN, Charging Gateway).
- [web1]

b GGSN (Gateway GPRS Support Node)

Son rôle principal est de protéger le réseau GPRS de tout événement extérieur, il est connecté au SGSN pour relier les paquets aux stations mobiles et s'interface à des réseaux de données externes comme internet et X.25.

Il collecte aussi les données de taxation associé à l'usage des ressources entre le GGSN et le SGSN.

c PCU (Packet Control Unit)

Pour déployer le GPRS dans les réseaux d'accès, on réutilise les infrastructures et les systèmes existants. Il faut leur rajouter une entité responsable du partage des ressources et de la retransmission des données erronées, l'unité de contrôle de paquets « PCU » par une mise à jour matérielle et logicielle dans les BSC.

d BG (Border Gateway)

Leurs fonction principale est d'assurer le roaming entre différents opérateurs c.-à-d. joue un rôle d'interface avec les autres PLMN « Public Land Mobile Network », ces BG assurent aussi la mise en œuvre des procédures de sécurité afin de protéger les réseaux intra-PLMN contre des attaques extérieurs.

1.2.3 La MS (Mobile Station)

La station mobile en GPRS est divisée en trois classes :

- **La classe A** : un mobile de classe A peut se rattacher simultanément au réseau GSM (IMSI-Attach) et GPRS (GPRS-Attach), L'utilisateur mobile peut alors disposer simultanément d'un service GPRS et d'une communication téléphonique.
- **La classe B** : Un mobile GPRS classe B peut s'enregistrer auprès d'un MSC/VLR et d'un SGSN simultanément afin de pouvoir disposer des services GSM et GPRS. Il dispose d'un mode de veille double qui scrute les appels classiques et les demandes de

service GPRS mais qui ne peut activer qu'un seul type de service. Si l'utilisateur est actif dans une session GPRS et qu'il reçoit un appel téléphonique entrant, il peut soit continuer sa session auquel cas l'appel téléphonique est redirigé vers sa boîte vocale, soit accepter l'appel téléphonique et dans ce cas, la session GPRS est suspendue.

- **La classe C** : L'utilisateur doit positionner son mobile soit en mode GSM, soit en mode GPRS. En mode GSM, il a accès à toutes les fonctionnalités d'un terminal GSM ordinaire. En mode GPRS, il peut initier des sessions de données. [3]

1.2.4 Les interfaces du réseau GPRS

La norme GPRS définit un certain nombre d'interfaces pour assurer le fonctionnement entre SGSN et GGSN et l'interfonctionnement avec les entités GSM voir le tableau 1.3 : [13]

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

Tableau 1.3. Présentation des interfaces du réseau GPRS.

1.2.5 Les avantages du réseau GPRS

Comparé au GSM le réseau GPRS a permis d'offrir une grande variété de nouveaux services : des débits plus élevés, une connexion permanente à partir d'un portable, une facturation au volume, le partage de données, l'usage de groupe de discussion.

Ces applications n'étant pas exhaustives, de nombreuses nouvelles améliorations vont apparaître au fur et à mesure que le taux de transfert augmentera.

1.3 Le réseau EDGE

1.3.1 Introduction

Le GPRS est lui-même susceptible d'évoluer vers la technologie EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Cette dernière propose un débit supérieur en utilisant la modulation 8-PSK et nécessite une modification technique et va être combiné au réseau GPRS (appelée GERAN (GSM/EDGE RadioAccess Network)) c.-à-d. à la fourniture de services de données en mode paquet. L'EDGE présente une proposition d'accès au réseau UMTS.

1.3.2 Débit et codage

Le débit maximal a été fixé à 384 kbit/s par l'ITU dans le but de respecter la norme [IMT-2000](#). Chaque bloc de transmission composé de quatre séquences est analysé et la probabilité d'erreur est estimée. En cas de problème, une adaptation automatique de la modulation et du schéma de codage (donc du débit) est effectuée.

EDGE est quatre fois plus efficace que le [GPRS](#). Parce que le GPRS utilise quatre méthodes de codage (CS-1 à 4) quant à EDGE utilise neuf [modulations](#) et méthode de codage (MCS-1 à 9).

Voir le tableau 1.4. [4]

Coding and modulation scheme (MCS)	Bit Rate (kbit/s/slot)	Modulation
MCS-1	8.80	GMSK
MCS-2	11.2	GMSK
MCS-3	14.8	GMSK
MCS-4	17.6	GMSK
MCS-5	22.4	8-PSK
MCS-6	29.6	8-PSK
MCS-7	44.8	8-PSK
MCS-8	54.4	8-PSK
MCS-9	59.2	8-PSK

Le tableau 1.4. Type de modulation et le débit utilisé par l'EDGE.

1.4 Le réseau UMTS

1.4.1 Définition

L'UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) désigne une technologie retenue comme norme pour les systèmes de télécommunications mobile dits de troisième génération (3G). L'UMTS permet des améliorations substantielles par rapport au GSM, notamment :

- Elle rend possible un accès plus rapide à Internet depuis les téléphones portables, par un accroissement significatif des débits des réseaux de téléphonie mobile.
- Elle améliore la qualité des communications en tendant vers une qualité d'audition proche de celle de la téléphonie fixe.
- Elle permet de concevoir une norme compatible à l'échelle mondiale, contrairement aux technologies actuelles (les normes utilisées aux Etats-Unis et au Japon ne sont pas toutes compatibles avec le GSM).
- Elle répond au problème croissant de saturation des réseaux GSM, notamment en grandes villes.

Les technologies développées autour de la norme UMTS conduisent à une amélioration significative des vitesses de transmission pouvant atteindre 2 Mbit/s. De tels débits sont largement supérieurs à ceux permis par les réseaux GSM actuels ou par le GPRS.

Cette amélioration des débits est rendue possible par l'évolution des technologies radio qui autorise une meilleure efficacité spectrale et l'exploitation de bandes de spectre de fréquence supérieure à celles utilisées par la technologie GSM.

Ces différences entre les normes GSM et UMTS rendent nécessaires le déploiement de nouveaux réseaux de stations de base, y compris pour les opérateurs existants.

1.4.2 Architecture

Le réseau UMTS vient se combiner aux réseaux déjà existant « GSM, GPRS »

Ces deux derniers apportent des fonctionnalités voie et data et l'UMTS ensuite des fonctionnalités multimédias (applications, jeux, vidéos,etc.). [5]

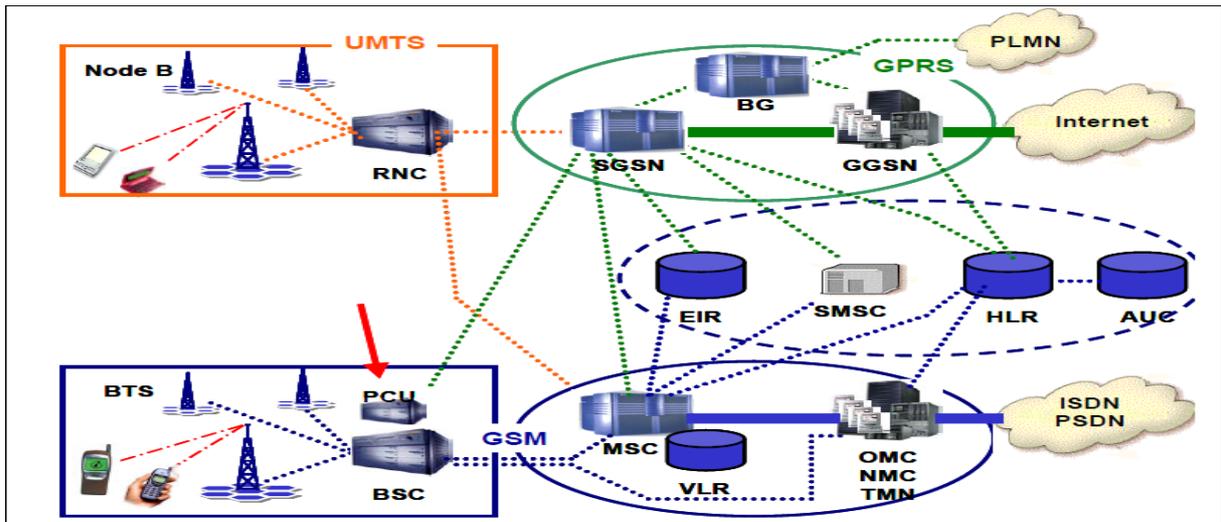


Figure 1.6. Combinaison de l'UMTS aux réseaux GSM/GPRS.

Comme pour GSM, on fait la différence entre le réseau d'accès de l'UMTS appelé UTRAN, « Universal Terrestrial Radio Access Network » et le réseau cœur CN « Core Network ».

Le réseau cœur est composé de l'ensemble des commutateurs, des bases de données et des routeurs qui permettent le transport de l'information et la gestion de l'utilisateur sur l'ensemble d'un territoire.

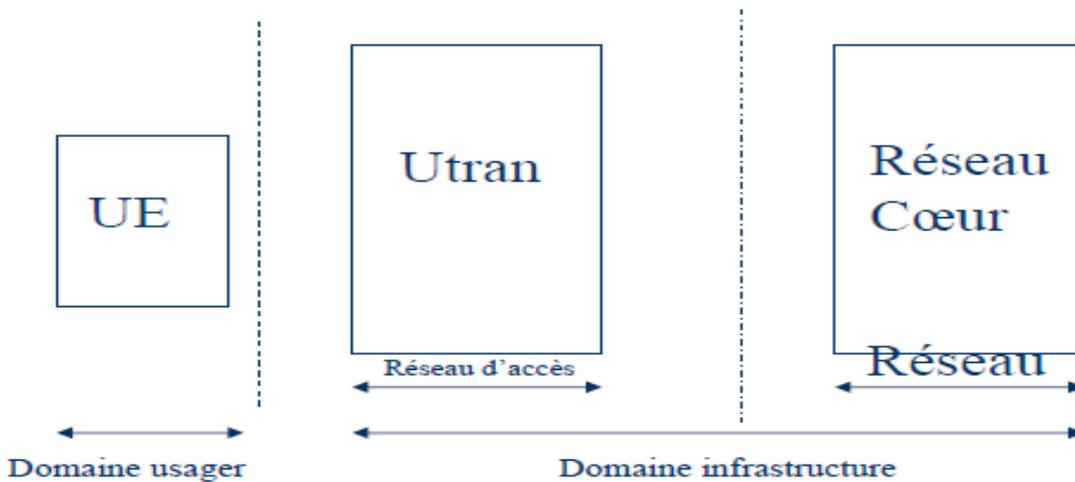


Figure 1.7. Architecture générale du réseau UMTS.

a Le réseau d'accès UTRAN

Il est composé des stations de base déployées sur le territoire.

Les recommandations utilisent le terme de noeud B « Node B ». Plusieurs noeuds B sont reliés à un RNC « Radio Network Controller »

Le rôle du RNC est de gérer la ressource radio et donc de contrôler les noeuds B.

Le mobile est appelé UE, « User Equipement ».

a.1 La Node B

La Node B est une antenne répartie géographiquement sur l'ensemble du territoire elle est considérée comme la BTS du réseau GSM mais en quelque sorte plus intelligente car en plus de gérer la couche physique de l'interface radio, elle régit le codage canal, l'entrelacement, l'adaptation du débit et l'étalement du spectre.

a.2 Le RNC (Radio Network Controller)

Le RNC est un contrôleur de Node B, il est aussi l'équivalent du BSC dans le réseau GSM.

Le RNC assure les mécanismes de handover et contrôle et gère les ressources radios, il s'interface avec le réseau pour les transmissions en mode paquet et en mode circuit.

Il existe deux types de RNC :

Le serving RNC qui sert de passerelle vers le réseau.

Le drift RNC qui a pour fonction principale le routage des données.

Remarque :

L'ensemble des Nodes B et des RNC constitue l'équivalent du sous système BSS vue précédemment en réseau GSM. En réseau UMTS on parlera de sous système UTRAN.

b le sous système réseau CN (Core Network)

Le réseau cœur de L'UMTS s'appuie sur les éléments de base du réseau GSM et GPRS. Il est en charge de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes donc il se décompose en deux parties circuit et paquet. voir la figure 1.7.

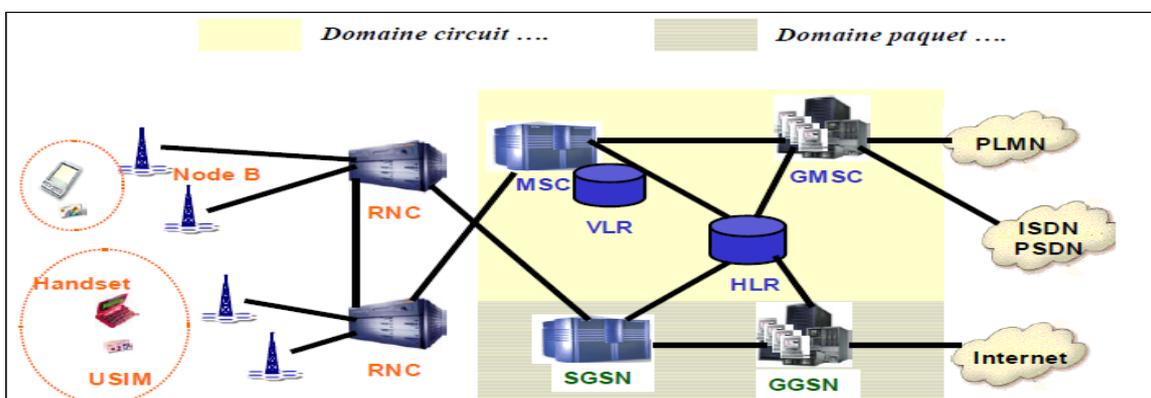


Figure 1.8. Les domaines du CN (Core Network)

- **domaine circuit :**

Il permet de gérer les services de temps réels dédiés aux conversations téléphoniques (vidéo-téléphonie, jeux vidéo, streaming, applications multimédia). Ces applications nécessitent un temps de transfert rapide. Lors de l'introduction de l'UMTS le débit du mode domaine circuit sera de 384 Kbit/s.

- **domaine paquet :**

Il permet de gérer les services non temps réels. Il s'agit principalement de la navigation sur internet, de la gestion de jeux en réseaux et de l'accès/utilisation des e-mails. Ces applications sont moins sensibles au temps de transfert, c'est la raison pour laquelle les données transiteront en mode paquet. Le débit du domaine paquet sera sept fois plus rapide que le mode circuit, environ 2 Mbit/s.

1.4.3 Station Mobile : (UE, User Equipment)

L'utilisateur UMTS est équipé d'un UE (User Equipment) qui se compose du Mobile Equipment (ME) et la carte USIM (UMTS Subscriber Identity Module). Le rôle de l'USIM est semblable à celui de la carte SIM en GSM. Elle enregistre les identités de l'abonné telles que IMSI, TMSI, P-TMSI, les données de souscription, la clé de sécurité (Ki) et les algorithmes d'authentification et de génération de clé de chiffrement. L'UE peut se rattacher simultanément aux domaines circuit (MSC) et paquet (SGSN) et peut alors disposer simultanément d'un service GPRS et d'une communication téléphonique, comme un terminal GPRS Classe A.

1.4.4 Les interfaces

Il existe plusieurs types d'interfaces de communication au sein du réseau UMTS combiné au réseau déjà existant (GSM) :

- Uu : interface entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN.
- Iu : interface entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau cœur de l'UMTS.
- Iur : interface qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.
- Iub : interface qui permet la communication entre un Node B et un contrôleur radio RNC.

1.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une vue globale sur le réseau cellulaire GSM qui a connu un très grand succès dans le monde entier et son évolution vers le transfert de données dont le GPRS grâce à l'utilisation croissante d'internet, ce dernier ne constitue pas à lui tout seul un réseau mobile à part entière, mais une couche supplémentaire rajoutée au réseau GSM déjà existant.

Pour l'UMTS, qui a hérité d'un certain nombre de concepts et d'éléments d'architecture de la norme GSM, d'où nous nous permettons de dire que l'UMTS est le complémentaire du GSM et non pas son successeur.

Chapitre 2 La partie radio des réseaux GSM et UMTS

2.1 Introduction

Les parties BSS du réseau GSM et L'UTRAN du réseau UMTS comprennent l'ensemble des stations de base et Node B réparties sur l'ensemble du territoire.

Elles assurent les transmissions radioélectriques entre (MS et BTS/UE et Node B) et gèrent les ressources Radio.

Dans ce chapitre on va présenter le concept cellulaire qui consiste au découpage de la zone en plusieurs cellules par la réutilisation des fréquences, ensuite on va présenter les différentes interfaces qui constituent les réseaux GSM et UMTS.

En fin, on va étudier les modulations utilisées pour chaque type de réseaux et leurs différents canaux de contrôles.

2.2 Le concept cellulaire

On appelle une cellule la surface sur laquelle le téléphone mobile peut établir une liaison avec une station de base ou une Node B déterminée. Le principe consiste à diviser une région en un certain nombre de cellules desservies par un relais radioélectrique de faible puissance, émettant à des fréquences différentes de celles utilisées sur les cellules voisines. Ces cellules doivent être contiguës sur la surface couverte. Parce que le nombre de fréquence accordées au système GSM et UMTS étant restreint donc l'opérateur est obligé de réutiliser les mêmes fréquences sur les cellule suffisamment éloignées de telle sorte que deux communication ne s'interfère pas.

L'hexagone est la forme régulière qui ressemble le plus au cercle et que l'on peut juxtaposer sans laisser de zones vides. Toutefois, la réalité du terrain est bien différente on trouve de nombreux obstacles empêchent une propagation linéaire. [1]

Sur la figure 2.1 nous avons représenté un exemple de répartition des cellules.

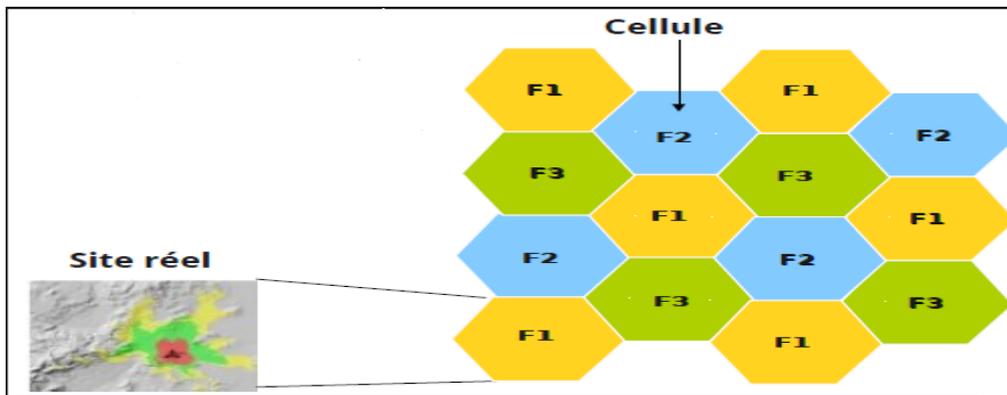


Figure 2.1. Répartition des fréquences pour les cellules.

En pratique : une cellule a un diamètre qui varie de 350 m (zone dite urbaine) à 35 km (zone rurale). Une cellule correspond à la couverture d'une BTS ou d'une Node B.

La taille de la cellule varie en fonction d'un ensemble de contraintes parmi lesquelles on trouve :

- Le relief de territoire (plaine, montagne)
- La localisation (urbaine, rurale, suburbaine)
- La densité d'abonnés
- La nature des constructions (maison, pavillons, tours), voir la 2.2

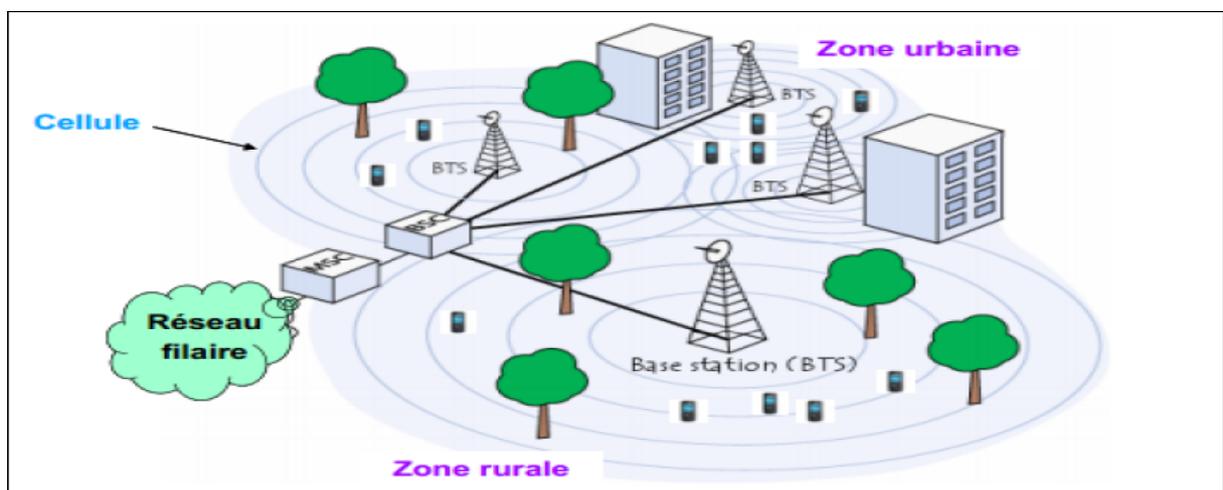


Figure 2.2. Variation de la taille des cellules entre zone urbaine et rurale.

2.3 Gestion de la mobilité et d'itinérance

Le système effectue en permanence des mesures concernant la qualité du signal reçu par le mobile (qu'il soit en communication ou bien en mode veille), lorsque la qualité du signal se dégrade, le système effectue un transfert vers un autre canal ou cellule où la qualité du signal est meilleure, pour assurer la continuité de la communication, c'est le **Handover**.

Un transfert intercellulaire peut être initié aussi bien par une station mobile que par un MSC mais pour initier un transfert, il faut procéder à un ensemble de mesures qui sont effectués par Ms et BTS.

Pour le mobile on peut citer : la puissance du signal reçu (qualité du lien), le taux d'erreur binaire (BER), Distance entre le mobile et la station de base

Pour la BTS on a : l'identité de la station, Les fréquences des canaux balisent des stations voisines.

On trouve 4 types de transfert :

- (1) Transfert de canal dans une même cellule.
- (2) Transfert de cellules contrôlé par la même BSC.
- (3) Transfert de cellules appartenant au même MSC, mais contrôlé par différents BSC.
- (4) Transfert de cellules contrôlé par des MSC différents.

Les deux premiers types de transfert sont dits internes car. En fait appel seulement au BSC pour la gestion de ce transfert.

Les deux autres types de transfert, appelés externes, sont gérés par les MSC impliqués. Ce transfert est fait entre deux cellules qui sont contrôlées par des BSC différentes qui appartiennent à un seul MSC par contre dans le dernier cas on trouve que les cellules sont contrôlées par des BSC et MSC différents.

2.4 Les interfaces

2.4.1 Les interfaces du réseau GSM

Il existe un grand nombre d'interfaces entre les différentes entités du réseau GSM. Les plus caractéristiques et les plus importantes sont :

- l'interface Radio (ou interface Um) entre le mobile et la BTS.
- l'interface Abis entre la BTS et le BSC.
- L'interface Ater, reliant BTS au TC (Transcoder).
- l'interface **A** entre le BSC et le MSC.

L'interface Air qui est l'interface centrale est la plus importante dans n'importe quel système

GSM, car la station mobile est exposée directement à cette interface, et la qualité de cette dernière est nécessaire pour le bon fonctionnement du réseau GSM, elle permet la connexion sans fil du terminal et du réseau, elle contient sept couches, les trois premières couches contiennent les éléments indispensables, matériels et logiciels, pour assurer la transmission.

Les autres couches supérieures sont de nature plus informatique et donc moins essentielles dans notre étude. [2]

a La couche 1 (couche physique)

Elle est bidirectionnelle travaillant en mode multitramme elle communique directement avec la station mobile et les autres couches 2 et 3, elle assure :

- la transmission des données et de la parole et des informations système
« construction de burst et des trames »
- prévenir les mobiles des appels entrant et faciliter leurs accès au système
- Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission.
- fournir les supports pour la transmission de la signalisation téléphonique. [6]

b La couche 2 (couche de Liaison de données)

Elle est considérée comme une sorte de passerelle entre la couche 1 et la couche 3 son rôle principal est fiabiliser la liaison et de fournir les supports de signalisation et de contrôler les trames qui circulent dans les canaux logiques elle permet aussi :

- La détection et la correction des erreurs.
- Stabiliser la transmission.
- Le contrôle de flux. [6]

c la couche 3 (couche de gestion)

Elle permet d'établir, de maintenir et de libérer des circuits commutés (parole ou données) avec un abonné du réseau fixe Elle est divisée en trois sous-couches :

c.1 La sous-couche Radio Ressource (RR)

Elle traite l'ensemble des aspects radio. En effet, elle gère l'établissement, le maintien et la libération des canaux logiques. Au niveau du mobile, elle sélectionne les cellules et surveille la voie balise à partir des mesures effectuées par la couche physique. Elle est principalement présente dans la MS et le BSC.

c.2 La sous-couche Mobility Management (MM)

Elle gère l'itinérance. Elle prend donc en charge la localisation, l'authentification et l'allocation du TMSI.

c.3 La sous-couche Connection Management (CM)

Elle est découpée en trois parties :

-L'entité Call Control (CC) : traite la gestion des connexions de circuits.

-L'entité Short Message Service (SMS) : assure la transmission et la réception des messages courts.

-L'entité Supplementary Services (SS) : gère les services supplémentaires. [6]

La figure 2.3 représente l'organisation générale des couches du réseau GSM.

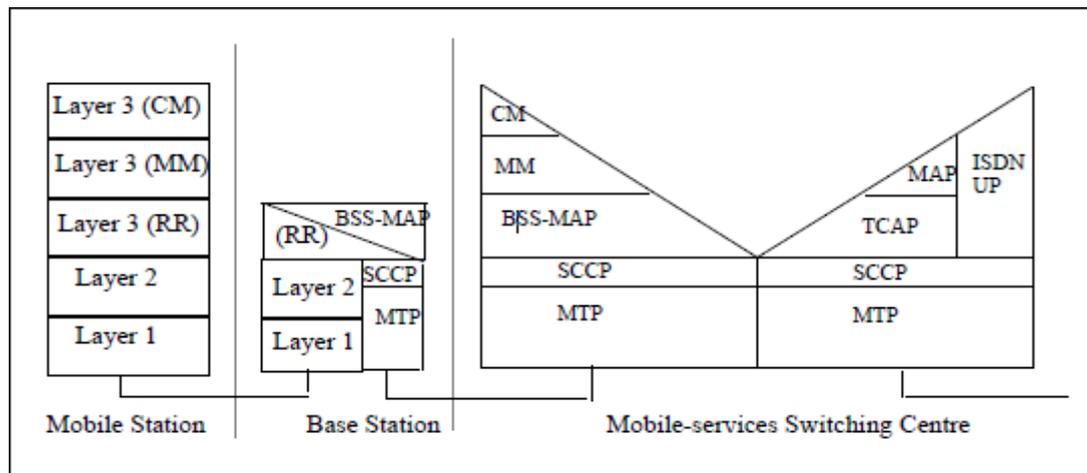


Figure 2.3. Organisation générale des couches en GSM.

2.4.2 Les interfaces du réseau UMTS

Le réseau UMTS vient ajouter plusieurs interfaces au sein du réseau déjà existant (GSM) :

- Interface radio Uu entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN.
- Interface Iu entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau coeur de l'UMTS.
- Interface Iur qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.
- Interface Iub qui permet la communication entre un Node B et un contrôleur radio RNC

Comme vu précédemment au réseau GSM l'interface radio Uu du réseau UMTS est la plus importante, sa qualité détermine le bon fonctionnement du réseau, car le User Equipment est exposé directement à cette interface.

L'interface radio de l'UTRAN est structurée en couches dont les protocoles se basent sur les 3 premières couches. [5]

a La couche 1 (couche physique)

La couche physique contient tous les mécanismes de transmission entre le mobile et la Node-B elle réalise les fonctions de codage, décodage, synchronisation, modulation et d'entrelacement via W-CDMA. [5]

b La couche 2 (couche de liaison)

Cette couche est divisée en plusieurs sous couches :

b.1 La sous-couche MAC (Medium Access Control)

Elle gère l'accès au médium de transmission à travers un ensemble de fonctions :

- L'association des canaux logiques avec les canaux de transport.
- La communication sur ordre de RRC du type de canal de transport associé à un canal logique.
- Le contrôle de volume de trafic sur chaque canal de transport actif à l'aide des informations fournies par la couche RLC.
- La gestion des priorités entre les différents flux de données d'utilisateurs.
- Le multiplexage en émission des données de plusieurs canaux logiques sur un canal de transport et démultiplexage en réception de plusieurs canaux logiques supportés par un seul canal de transport.
- L'identification des mobiles lorsqu'ils utilisent les canaux de transport commun.

b.2 La sous-couche RLC (Radio Link Control)

Permet la fiabilité du transport des données entre deux équipements du réseau.

b.3 La sous-couche PDCP (Packet Data Convergence Protocol)

Elle fournit le service de transfert des communications par paquets en s'appuyant des services offerts par la couche RLC.

b.3 La sous-couche BMC (Broadcast/Multicast Control)

Elle est en charge d'assurer les fonctions de diffusion de messages sur l'interface radio. [5]

c La couche 3 : couche RRC (Radio Resource Control)

Elle est la « tour de contrôle » de l'interface radio, elle gère la signalisation entre l'UTRAN et les mobiles. Cette couche assure les fonctions suivantes :

- La gestion de la connexion et des états de services de RCC.
- La gestion de paging.
- La sélection de cellule.
- La gestion de la mobilité dans l'UTRAN.
- La configuration du chiffrement et de l'intégrité. [5]

La figure 2.4 illustre l'organisation des couches du réseau UMTS.

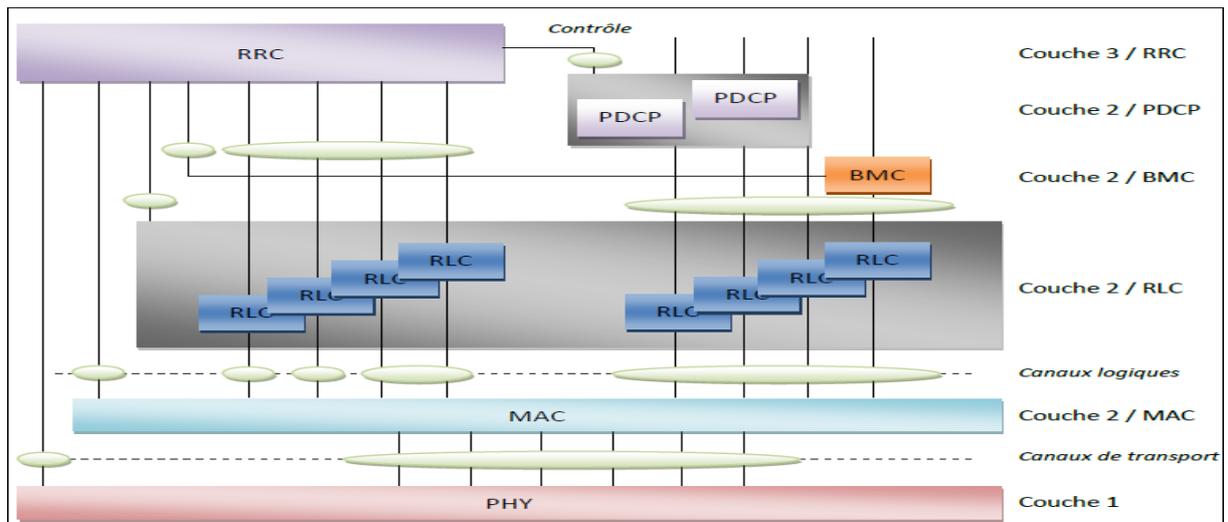


Figure 2.4. Organisation générale des couches du réseau UMTS.

2.5 Les modulations utilisées

2.5.1 La modulation du GSM

La [modulation](#) spécifiée pour la norme GSM est la modulation GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying ou modulation à déplacement minimum gaussien).

La modulation GMSK est le résultat du filtrage par un filtre [gaussien](#) d'une modulation MSK.

Voir la figure 2.5

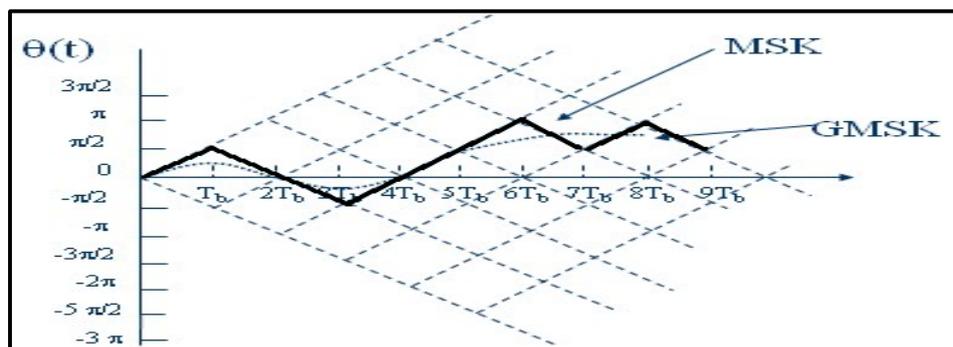


Figure 2.5. Modulation GMSK.

2.5.2 La modulation du réseau UMTS

L'UMTS utilise une modulation QPSK (Quaternary Phase Shift Keying), on peut considérer la modulation QPSK comme deux modulations binaires, l'une sur la voie en phase (voie I) et l'autre sur la voie en quadrature (voie Q). Sur chaque voie, on transmet un bit par symbole.

Le débit de la modulation est de 3,84 Msymboles/s. Du fait de l'utilisation de l'étalement de spectre, on transmet des chips et non des bits. La transmission se fait donc à 3,84 Mchip/s sur chaque voie. [5]

La

figure 2.5 représente la disposition des points de constellations des modulations QPSK et BPSK

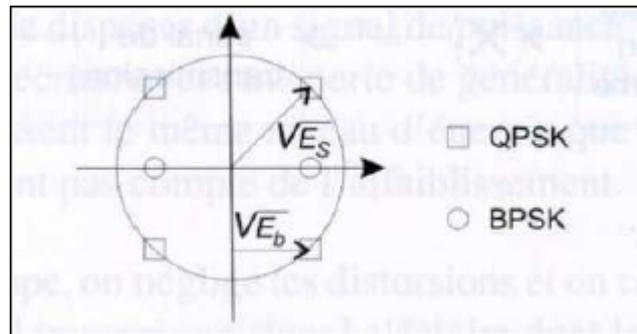


Figure 2.5. Modulation QPSK et BPSK.

2.6 Les techniques d'accès multiples

2.6.1 Partage en Temps(TDMA) : (GSM)

Pour éviter que les signaux radio de différents utilisateurs proches ne se perturbent les uns les autres, le système de communication définit les règles d'accès au médium.

Il peut s'agir des techniques d'accès multiples, dont les plus répandues sont le TDMA (Time Division Multiple Access), ou de versions hybrides telles que F-TDMA (Frequency-TDMA).

L'information n'est pas transmise en une fois, il faut la découper et la transmettre au moyen de plusieurs trames consécutives.

En GSM, l'accès radio s'appuie sur la F-TDMA. Sur plusieurs bandes de fréquences se trouve une trame TDMA. Pour augmenter la diversité fréquentielle, il est possible de mettre en œuvre le saut de fréquence. Dans ce cas, chaque trame TDMA est transmise à une fréquence différente de la précédente, le jeu de fréquences utilisé étant connu à la fois de l'émetteur et du récepteur, et les trames TDMA se partagent les bandes de fréquences disponibles.

L'accès TDMA est assuré par la découpe temporelle d'un canal de 200 kHz en huit intervalles de temps élémentaires appelés slots, Chaque usager utilise un slot par trame TDMA (à plein débit) ou un slot par 2 trames (à Demi-débit), numéroté de 0 à 7. La période d'un slot est de 577 μ s et celle de la trame de 4.615 ms.

Le débit binaire sur cette trame est environ 270 Kbit/s grâce à une modulation non linéaire, la GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying).

Les voies montantes et descendantes utilisent une structure TDMA identique mais avec un décalage temporel de trois slots.

Cela évite au mobile de recevoir et transmettre en même temps.

Un canal physique est défini par l'occurrence d'un timeslot, sur une fréquence particulière.

Les canaux physiques permettent de transporter différents types de canaux logiques de débits variés. Pour mettre en œuvre cette variété de débits, une notion de multitrame a été introduite, permettant d'obtenir des périodes d'apparition spécifiques pour chaque type d'information: une multitrame à 26 trames, d'une durée totale de 120 ms, et une autre multitrame à 51 trames, d'une durée totale de 235,38 ms. [1]

En fonction du canal logique transporté, le slot est organisé en burst. Un burst représente l'agencement des informations dans le signal transmis dans un slot TDMA. Il existe plusieurs types de bursts, dédiés à des fonctions particulières, telles que la synchronisation, l'accès initial, ou la transmission de données. Ce dernier burst, appelé burst normal, est illustré par la figure suivante :

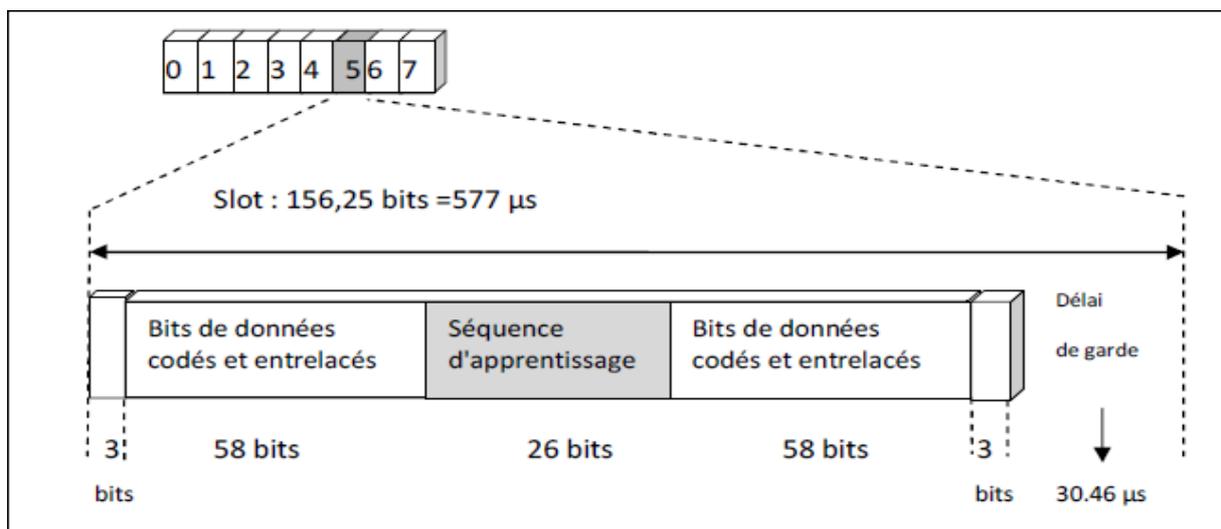


Figure 2.6. Format d'un burst d'information, burst normal.

2.6.2 Principe WCDMA : (UMTS)

L'interface radio de l'UMTS se base sur le W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Cependant, ce dernier se base sur une technique plus ancienne qui est le CDMA. Le CDMA est utilisé dans de nombreux systèmes de communication. Il permet d'avoir plusieurs utilisateurs sur une même onde porteuse, Chaque utilisateur possède un code, il est donc nécessaire de n'avoir aucune interférence entre ceux-ci. Pour cela, nous utilisons des codes orthogonaux dits codes OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor Code) Les transmissions sont numérisées, dites à étalement de spectre. L'étalement du spectre rend le signal moins sensible aux fluctuations sélectives en fréquence. Le signal est ainsi transmis sur une bande de fréquences beaucoup plus large que la bande de fréquences nécessaire.

Le W-CDMA réalise un étalement de spectre selon la méthode de répartition par séquence directe (Direct Sequence). Voir la figure 2.7.



Figure 2.7. Principe de l'étalement de spectre.

Pour cela, chaque bit de l'utilisateur à transmettre est multiplié par un code pseudo aléatoire PN (Pseudo random Noise code) propre à cet utilisateur. La séquence du code (constituée de N éléments appelés "chips") est unique pour cet utilisateur en question, et constitue la clé de codage. La longueur L du code est appelée facteur d'étalement SF (Spreading Factor). [8]

La figure 2.8 nous permet la comparaison entre les trames TDMA et CDMA.

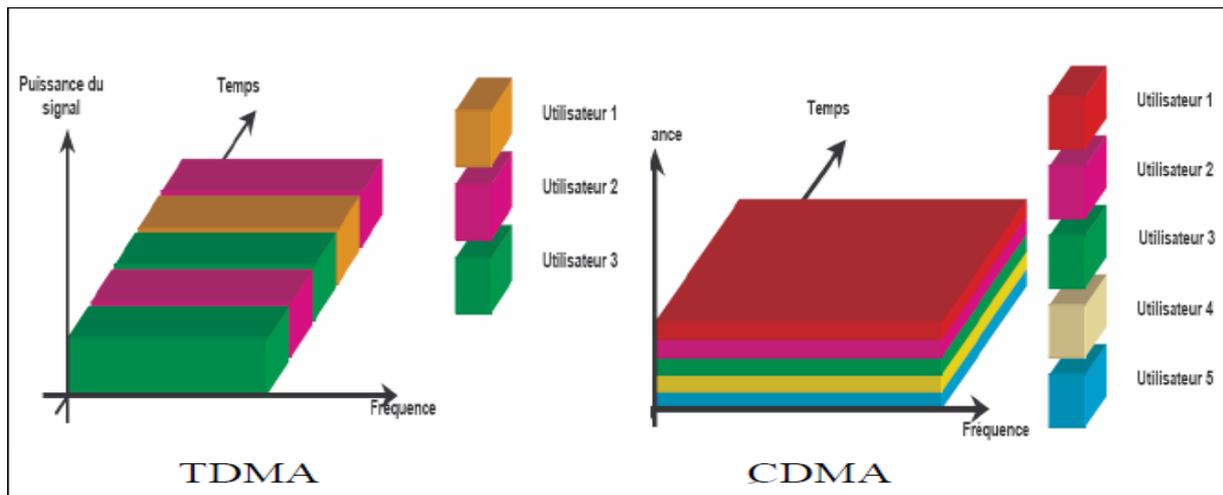


Figure 2.8. Comparaison entre les accès multiples : TDMA-CDMA.

Le W-CDMA utilise le mode de duplexage FDD (Frequency Division Duplex) et deux bandes passantes de 5 Mhz, l'une pour le sens montant (uplink), l'autre pour le sens descendant (downlink). Le débit maximal supporté par un seul code est de 384 kbit/s.

Pour les services à haut débit, plusieurs codes sont nécessaires pour supporter un débit de 2 Mbit/s.

Le TD-CDMA utilise le mode de duplexage TDD (Time Division Duplex). TD-CDMA n'utilise qu'une bande passante de 5 Mhz divisée en intervalles de temps (time slot). Elle est utilisée pour les deux sens.

Elle comprend donc une composante TDMA (Time Division Multiple Access) fondée sur la trame GSM en plus de la séparation par code.

Ce concept offre une large gamme de débits de service en allouant plusieurs codes ou plusieurs intervalles de temps à un utilisateur.

Le débit de 2 Mb/s peut être obtenu en allouant plusieurs codes ou plusieurs intervalles de temps à un utilisateur, mais des raisons techniques et complexes (Dues par exemple au déplacement ou au déphasage) limitent le bon fonctionnement de ce système aux bâtiments ou aux petites cellules

WCDMA est particulièrement adapté aux grandes cellules alors que TD-CDMA est limité aux petites cellules. Voir la figure 2.9

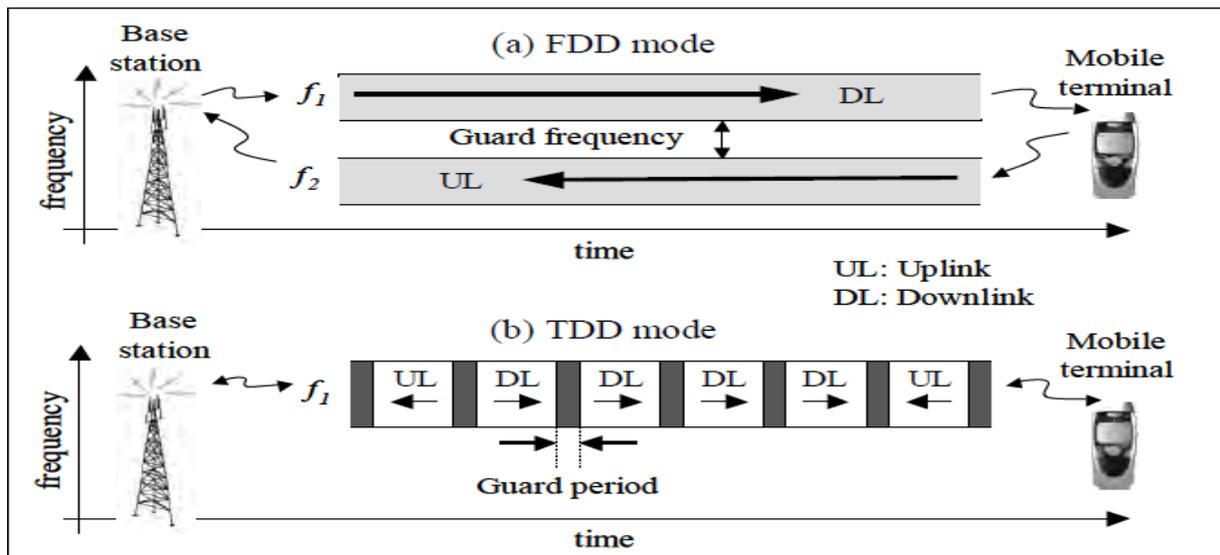


Figure 2.9. Duplexage du TD-CDMA et W-CDMA.

2.7 Les canaux – vue globale

Les canaux logiques et physiques permettent de distinguer les différents types d'informations circulant dans le système.

2.7.1 Les canaux physiques et logiques du réseau GSM

Dans la trame TDMA, un slot particulier parmi huit est alloué à une communication d'un mobile donné formant ainsi un canal physique (duplex) qui correspond à un circuit téléphonique.

Ce canal physique abrite, en réalité deux canaux logiques. D'abord le TCH (Trafic Channel) qui permet de porter la voie numérisée et un canal associé, le SACCH (Slow Associated Control Channel) dédiée principalement pour le contrôle des paramètres physiques de la liaison. Voir la figure 2.10.

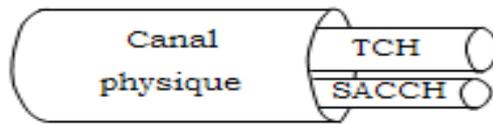


Figure 2.10. Représentation symbolique d'un canal physique supportant un canal de trafic (TCH) et un canal associé (SACCH).

L'interface radio contient une multitude de fonctions de contrôle pour assurer :

- La diffusion des informations systèmes (Broadcast Channels).
- La prévention des appels entrants aux mobiles et faciliter leur accès au système.
- Le contrôle des paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission.
- L'allocation des supports pour la transmission de la signalisation téléphonique.

Toutes ces fonctions sont prises en charge par les canaux logiques, en plus ils permettent de distinguer les différents types d'informations circulant dans le système. [1]

Il existe deux types canaux logiques : communs à tous les utilisateurs et dédiés (TCH et SDCCH) à un utilisateur spécifique.

La figure 2.11 représente la correspondance entre les différents canaux logiques.

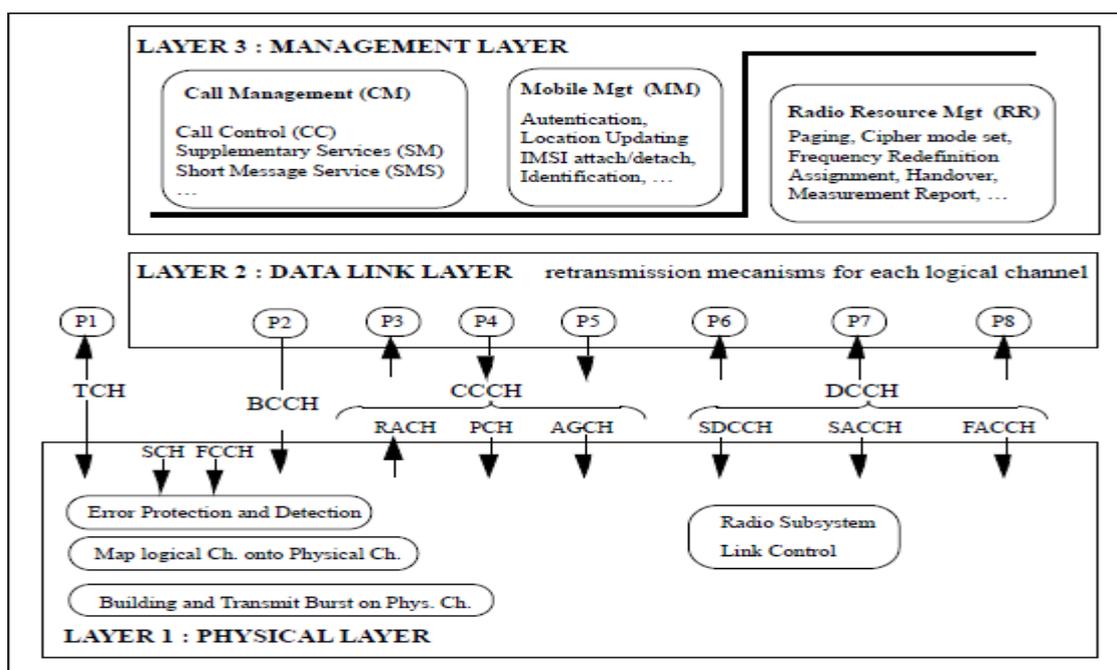


Figure 2.11. Les canaux logiques.

L'utilisation de canaux logiques va permettre une utilisation efficace des ressources radio et une qualité de service satisfaisante, ils forment une architecture complexe qu'il semble nécessaire de connaître pour comprendre le fonctionnement d'un mobile durant les différentes phases de communication, ou pendant l'état de veille.

Les différents canaux logiques échangés entre le mobile et la base sont classés en plusieurs catégories, mais transitent tous sur 2 voies radio montantes et descendantes le tableau suivant nous donne une présentation générale de ces canaux.

Classe	Sous-classe	fonction
<u>Broadcast Channel</u> (BCH) ↓ unidirectionnel en diffusion	Frequency Correction Chan. (FCCH) ↓ Synchronization Channel (SCH) ↓ Broadcast Control Channel (BCCH) ↓	calage sur fréquence porteuse synchronisation + identification informations système
<u>Common Control Channel</u> (CCCH) bidirectionnel avec accès partagé	Paging Channel (PCH) ↓ Random Access Channel (RACH) ↑ Access Grant Channel (AGCH) ↓ Cell Broadcast Channel (CBCH) ↓	appel du mobile accès aléatoire du mobile allocation de ressource messages courts diffusés
<u>Dedicated Control Channel</u> (DCCH)	Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH) ↓↑ Slow Associated Control Channel (SACCH) ↓↑ Fast Associated Control Channel (FACCH) ↓↑	signalisation supervision de la liaison exécution du handover
<u>Traffic Channel</u> (TCH)	Traffic Channel for coded speech (TCH) ↓↑ Traffic Channel for data ↓↑ (user rate) 9,6kbit/s, 4,8kbit/s, <2,4kbit/s	voix plein/demi débit données utilisateur

Tableau 2.1. Présentation générales des canaux logiques.

2.7.2 Les canaux du réseau UMTS [5]

Au réseau UMTS, on distingue 3 types de canaux qui son

a Canaux logiques

Ils sont unidirectionnels ou bidirectionnels, et ils correspondent aux différents types d'information véhiculés par les protocoles radio de l'UTRAN

Ce sont des canaux offerts aux couches utilisatrices du niveau 2 (la couche 2)

A leurs tours ils sont divisés en deux types :

- **Canaux logiques de contrôle (signalisation)**

BCCH ↓ (Broadcast Control CHannel)

- « voie balise » comme dans tout réseau mobile
- diffusion permanente d'informations système

PCCH ↓ (Paging Control CHannel)

- envoi des messages de paging aux mobiles

CCCH ↓↑ (Common Control Channel)

- envoi ou réception d'informations de contrôle à des mobiles non encore connectés au réseau

DCCH ↓↑ (Dedicated Control Channel)

- envoi ou réception d'informations de contrôle à des mobiles connectés au réseau
- transmission de la quasi totalité de la signalisation (RRC et réseau coeur)

- **canaux logiques de trafic (données usager)**

DTCH ↓↑ (Dedicated Traffic Channel)

- échange de données usager avec un mobile connecté au réseau

CTCH ↓ (common trafic channel)

envoi de données usager en mode diffusion (groupe de mobiles)

b Canaux de transport

Les canaux de transport n'existent pas en GSM et GPRS, ils sont unidirectionnels.

Ce sont des canaux offerts aux couches utilisatrices du niveau 1, ils caractérisent le format de transmission des données sur la voie radio.

Les canaux de transport sont divisés en deux catégories :

- **Canaux de transport dédiés**

DCH ↓↑ (Dedicated Channel)

- Seul canal de transport dédié
- Non typé par utilisation
- peut transporter indifféremment des canaux logiques de signalisation (DCCH) ou de trafic (DTCH)

- **Canaux de transport communs**

BCH ↓ (Broadcast Channel)

PCH ↓ (Paging Channel)

RACH ↑ (Random Access Channel)

FACH ↓ (Forward Access Channel)

DSCH ↓ (Downlink Shared Channel)

c Canaux physiques

Les canaux physiques sont unidirectionnels, caractérisés par les codes de channelisation et de brouillage, une paire de porteuses, et une phase relative pour la voie montante.

DPCH ↓ (Dedicated Physical CHannel)

-Il assure la transmission de la Node B vers le mobile (voie descendante) en mode dédié c.-à-d. lorsqu'un code OVSF est à un mobile donné.

DPCCH ↓ (Dedicated Physical Control Channel)

-Il permet le contrôle physique de la liaison.

DPDCH ↓↑ (Dedicated Physical Data Channel)

-Il permet au mobile de sonder le canal de transmission.

PDSCH ↓ (Physical Downlink Shared Channel)

-Il a été conçu pour permettre un mode paquet sur la voie radio

PRACH ↑ (Physical Random Access Channel)

-Il permet au mobile d'émettre des messages sans utiliser le code d'embrouillage.

Ces différents canaux logiques doivent se correspondre entre eux à travers les couches physiques du réseau comme illustré à la figure suivante :

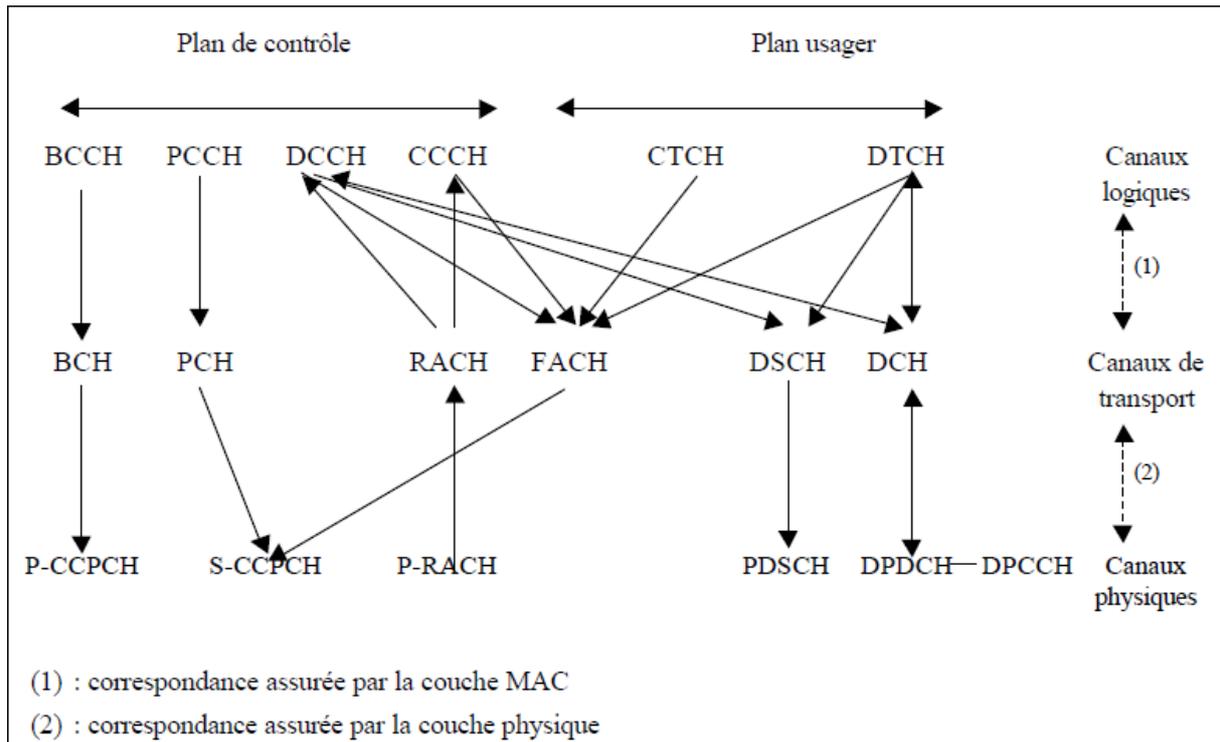


Figure 2.12 Correspondance entre les canaux.

2.7.3 Principe des canaux logiques

a Le Principe en GSM

Un canal logique utilise une partie seulement des N intervalles TSi d'une multi-trame.

Une multi-trame est une séquence périodique de N intervalles temporels de même numéro, avec $N = 26$ ou 51 . [7]

Il y a plusieurs combinaisons possibles d'affectation de canaux logiques sur un même canal physique qui fait appel à différentes structures de multitrames qui peuvent contenir l'une des combinaisons suivantes : **TCH/FS+SACCH associé** ; **2 TCH/HS+2 SACCH** ; **BCCH + CCCH** ; **8 SDCCH** ; **4 SDCCH+BCCH+CCCH**.

La figure 2.11 présente la structure temporelle dans trames en GSM

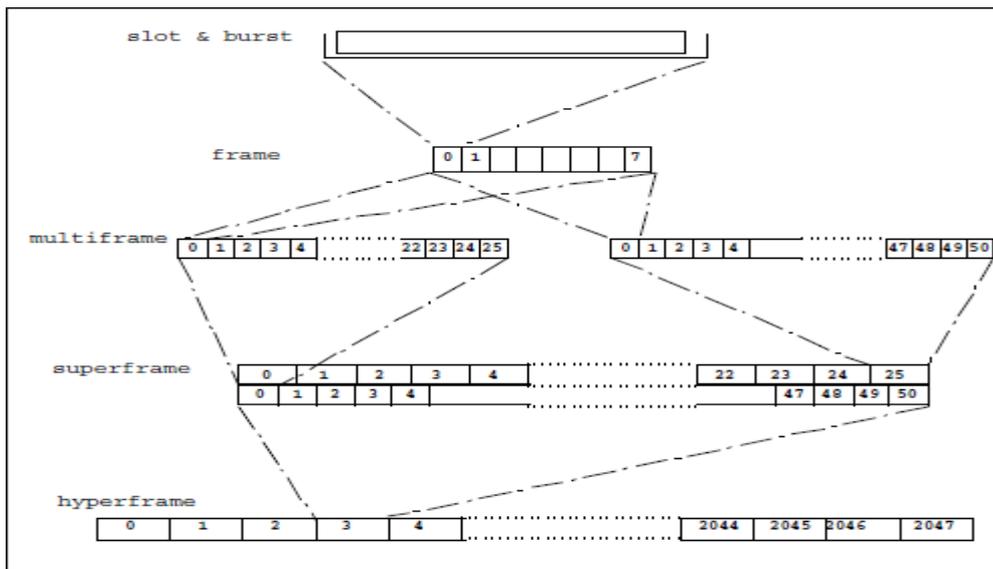


Figure 2.13. Structure temporelle des trames en GSM.

b Le principe en UMTS

Pendant un slot, la station de base transmet 2 560 chips complexes. Comme il y a 15 slots en une trame de 10 ms, le débit en chips complexes est donc de 3,84 Mchip/s.

Voir la figure2.13

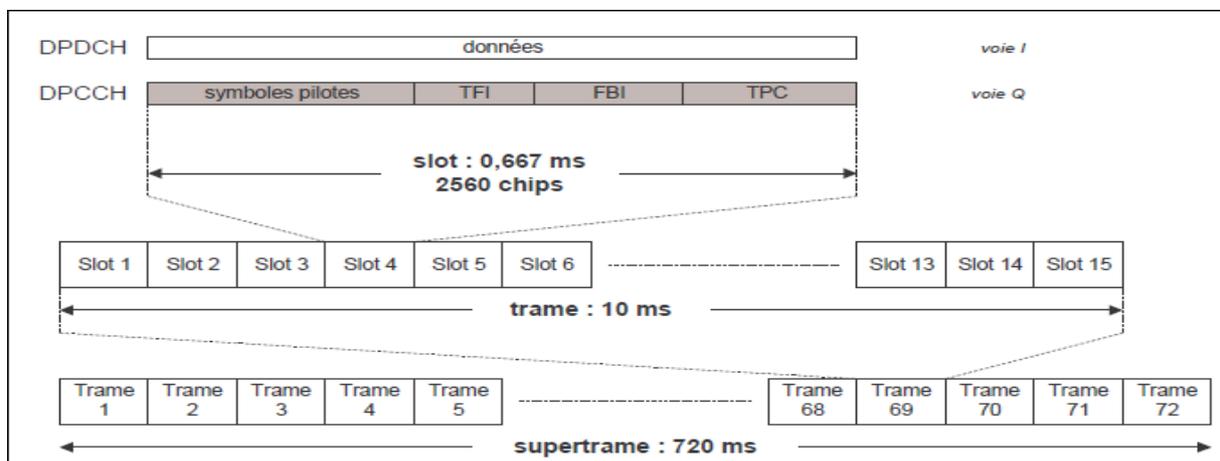


Figure 2.14. Structure temporelle des trames en UMTS.

2.8 Principe Généraux d'authentification et de chiffrement [1]

Les éléments utilisés par le GSM pour authentifier et crypter les informations sont :

- Des nombres aléatoires RAND.
- Une clé Ki pour l'authentification et la détermination de la clé de chiffrement Kc
- Un algorithme A3 fournissant un nombre SRES à partir des arguments d'entrée RAND et la clé Ki pour l'authentification,
- Un algorithme A8 pour la détermination de la clé Kc à partir des arguments d'entrée RAND et Ki.
- Un algorithme A5 pour le chiffrement /déchiffrement des données à partir de la clé Kc est implanté dans la BTS. L'activation se fait sur la demande du MSC mais le dialogue est géré par la BTS.

Pour chaque abonné on lui attribue une clé Ki par contre les algorithmes A3, A5 et A8 sont les mêmes pour tous les abonnés.

Les données RAND, SRES et Kc sont regroupées dans des triplets, et on les utilise pour la mise en œuvre des fonctions de sécurité comme la montre la figure ci-dessous

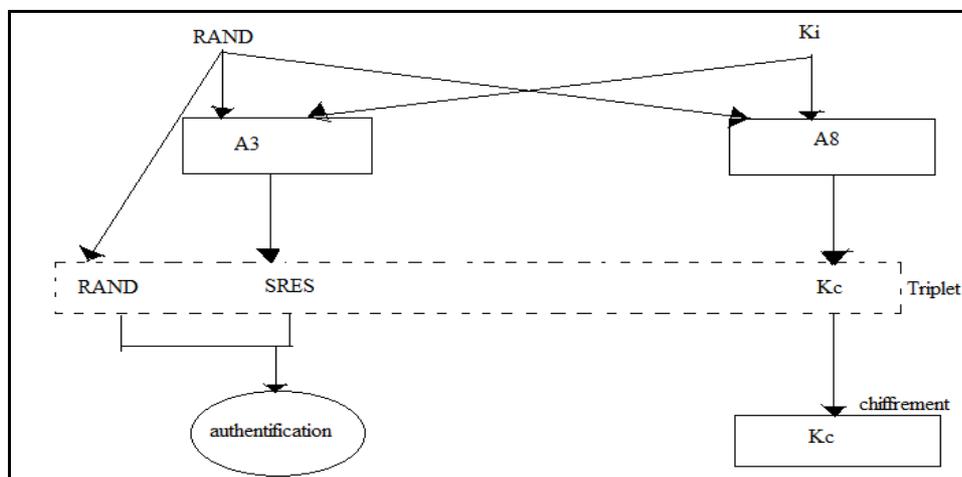


Figure 2.15. L'utilisation des différents éléments de sécurité dans le GSM.

- L'algorithme A3 on le trouve au niveau du HLR /AUC et la MS il nous permet de déterminer SRES à partir d'un nombre aléatoire RAND et la clé d'authentification Ki.

- L'algorithme A8 permet au niveau du HLR /AUC et de la MS de déterminer la clé de chiffrement Kc à l'aide de RAND et de Ki.
- Les triplets obtenus (RAND, SRES, Kc) permettent au réseau (au niveau du MSC/VLR) d'authentifier un abonné et de chiffrer les communications.

2.8.1 Authentification de l'identité de l'abonné

Cette identification nous permet de vérifier que l'identité transmise par le mobile (IMSI ou TMSI) sur la partie radio est correcte afin de protéger l'opérateur contre l'utilisation frauduleuse de ses ressources et du côté abonné d'interdire des tierces personnes d'utiliser leur compte.

L'authentification de l'abonné peut être exigée du mobile par le réseau à chaque mise à jour de localisation, établissement d'appel et avant d'activer ou désactiver certains services supplémentaires. Elle est également demandée lors de la mise en œuvre de la clé de chiffrement sur certains canaux dédiés.

Dans certains cas cette procédure d'authentification de l'abonné échoue, donc l'accès au réseau est refusé au mobile. Lors de cette procédure d'authentification les échanges entre le MS et le réseau sont les suivantes :

- Réseau transmet un nombre aléatoire RAND au mobile.
- La carte SIM du mobile calcule la signature de RAND grâce à l'algorithme d'authentification A3 et la clé d'authentification Ki, le résultat de ce calcul est appelé SRES après on l'envoie par le mobile au réseau donc le réseau il compare le résultat calculé de sa part avec le résultat transmis si les deux valeurs sont identiques l'abonné est identifié.

La figure 2.15. représente le déroulement de la procédure d'authentification.

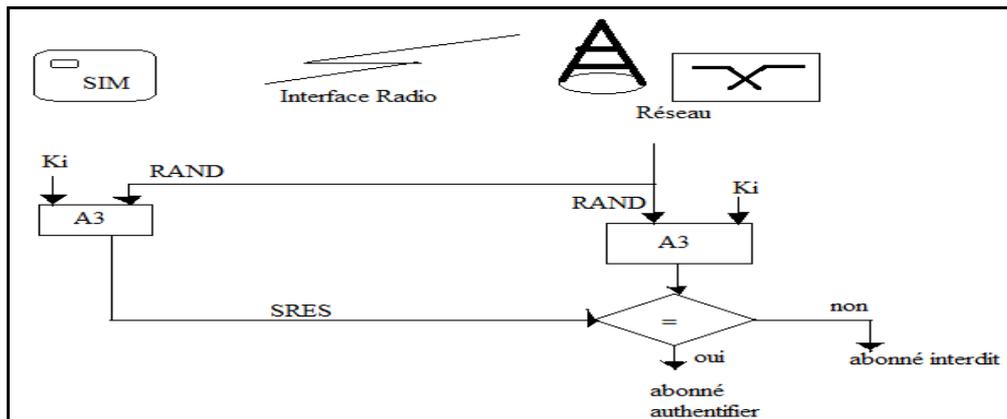


Figure 2.16. Déroulement de la procédure d'authentification.

2.9 Conclusion

A partir de ce chapitre, on a exposé l'importance de l'interface radio pour les deux réseaux GSM/UMTS et qu'il est vraiment difficile de la maintenir performante vu que les perturbations qui l'affectent sont persistantes et parfois imprévisibles car elle est tout le temps sujet aux pertes, obstacles, bruit et interférences.

Pour cela les opérateurs de la téléphonie mobile effectuent en permanence, des vérifications de paramètres et de qualité du signal afin de maintenir le bon fonctionnement du réseau.

Chapitre 3 Optimisation radio

3.1 Introduction

Tous les réseaux de téléphonie mobiles nécessite une optimisation continue pour assurer le bon fonctionnement et la mobilité des abonnés sur le réseau, car le canal radio subi tout le temps des changements dus à plusieurs facteurs tels que : la démographie, l'évolution urbaine et la mobilité des abonnés, puisque les mobiles changent de location de façon permanente et donc le trafic va varier d'une zone à une autre dans le temps.

Cette variation à un impacte directe sur la qualité radio et la capacité globale du système.

3.2 Généralité sur l'optimisation radio

L'optimisation radio est l'opération qui consiste à l'amélioration de la qualité du réseau et de faire face à tous ces changements qui apparaissent sur le lien radio donc s'assurer que les ressources du réseau sont utilisées de façon efficace.

Il convient à l'optimisateur durant cette phase d'assuré une bonne qualité de service, ou une qualité de service suffisante, pour que l'utilisateur mobile communique dans le réseau, pour cela l'optimisateur doit détecter les différents problèmes, les analyser et proposer des solutions pour les résoudre. Ces problèmes peuvent être des interférences (interne au réseau ou externe), mauvaise Couverture, Capacité insuffisante ou bien des problèmes Hardware.

Pour cela l'optimisateur doit se basé sur les différents indicateurs de performances de réseau GSM et UMTS appeler KPI (Key Performances Indicators).

En effet cette analyse de la qualité permet à l'opérateur d'avoir une vue aussi précise que possible de la qualité et des performances de son réseau.

Il est nécessaire de définir précisément les mesures à effectuer par le système de gestion du réseau ainsi que les mesures sur le terrain. Après que les critères ont été définis et les données analysées, tous les services impliqués dans l'optimisation du réseau doivent en être informés.

Les paramètres qui peuvent être optimisés sont :

- Le trafic et la variation du trafic.
- Le pourcentage du Handover.
- Les puissances moyennes des émetteurs et des récepteurs.
- La coupure des connexions (Call Drop).
- Interférences
- Le taux du Handover par cellule.
- Le taux du Handover inter-système.
- Le taux d'erreurs binaire BER (Bit Error Rate).

3.3 Principaux clés indicateurs de performances (KPI : Key Performance Indicators) [9]

Le suivi des deux réseaux GSM/UMTS est fait en permanence grâce aux indicateurs de performances KPI.

Ces indicateurs sont très variés et touchent à toutes les composantes du réseau.

Les principaux KPI sont le Call Setup (connexion réussie), Call Drop (appel perdu), Handover (changement de cellule au cours d'un appel), chaque KPI possède un nombre limité de causes, ces causes déterminent le comportement exacte du KPI.

3.3.1 Le Call Setup

Le Call Setup est la connexion réussie. On dit que la connexion est réussie lorsque l'allocation du TCH est réussie. Pour cela, il doit passer par 3 étapes importantes :

a Allocation du SDCCH (Immediate assignment)

Cette procédure permet d'assigner un canal SDCCH au mobile en vue d'ouvrir un canal de communication entre le mobile et le MSC. Voir la figure 3.1.

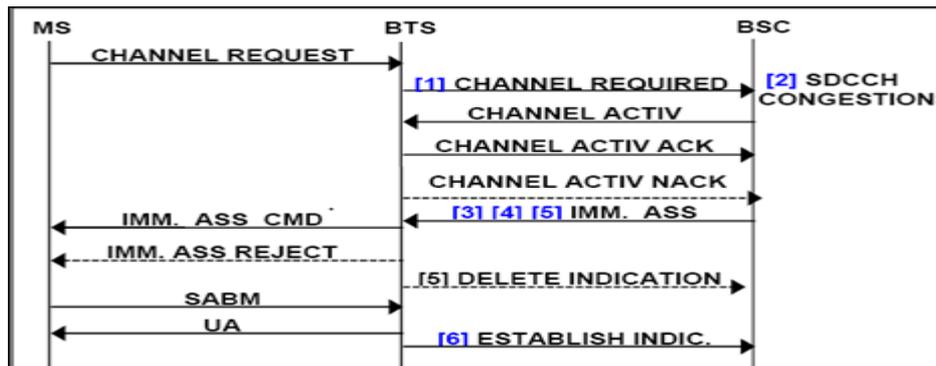


Figure.3.1. Immediate Assignment Procedure.

Le tableau 3.1 représente les compteurs qui interviennent dans Immediate Assignment procédure.

[1] CHANNEL REQUIRED	ATIMASCA
[2] SDCCH CONGESTIONS (Congestions due to SDCCH HO are also counted)	ATSDCMBS
[3] IMM.ASS CMD (Abis Interface) (IMM.ASS.CMD. messages. which contain an IMM,ASS,REJ,message are not counted)	SUIMASCA
[4] IMM,ASS CMD (Abis Interface) (including those IMM.ASS.CMD.messages that contain an IMM.ASS.REJ.message)	TACCBPRO
[5] IMM. ASS CMD / IMM.ASS.REJ.message (Um Interface) (difference between IMM.ASS CMD and Del.Ind., including those IMM.ASS.CMD.messages that contain an IMM,ASS REJ.message)	NACSUCPR
[6] ESTABLISH INDICATION	NSUCCHPC

Tableau.3.1. Représentation des compteurs qui interviennent dans Immediate Assignment Procedure.

Les compteurs sont utilisés afin de suivre le déroulement de la procédure, par exemple :

- **ATIMASCA (Attempted Immediate Assignment Procedure)**
Ce compteur s'incrémente lorsque le message « CHANNEL REQUIRED » est envoyé par le BTS (BTS vers BSC). [10]
- **SUIMASCA (Successful Immediate Assignment Procedure)**
Ce compteur s'incrémente après la transmission de la commande « IMMEDIATE ASSIGNEMENT » (BSC Vers BTS). [10]
- **TACCBPRO (Total number of Accesses by Procedure)**
Ce compteur s'incrémente après la transmission de la commande « IMMEDIATE ASSIGNEMENT » (BSC Vers BTS). [10]

b Authentication (SSS PROCEDURE)

Après l'assignement du canal SDCCH le mobile peut communiquer avec le MSC pour envoyer les informations de l'utilisateur, l'identité Check (IMEI), Authentification (IMSI), Ciphéring. La figure 3.2 représente l'échange d'informations entre le mobile et le MSC.

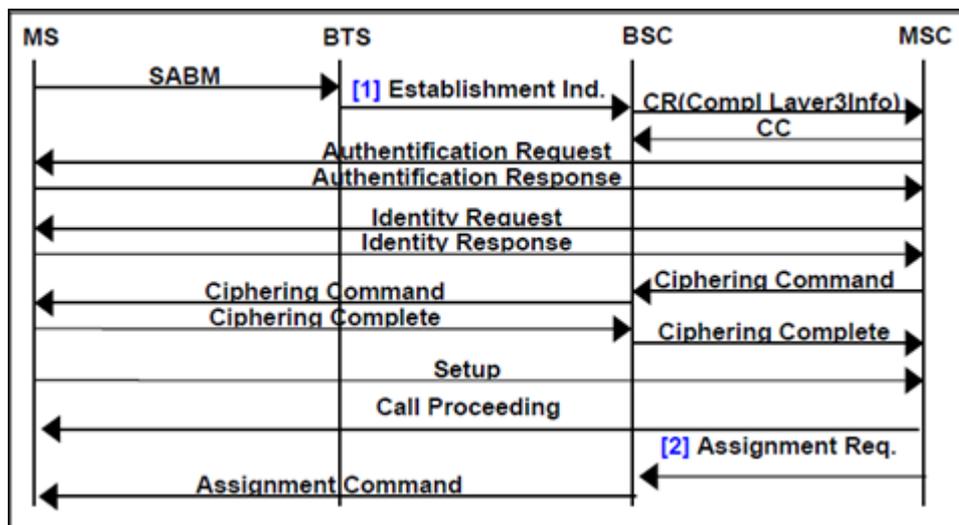


Figure.3.2. l'échange de l'information entre le mobile et le MSC.

Le tableau indique les compteurs qui interviennent dans l'authentification.

[1] ESTABLISH INDICATION(related to Call Setups)	NSUCCHPC - NSUCCHPC
[2] ASSIGNMENT ATTEMPTS	TASSATT

Tableau.3.2. les compteurs qui interviennent dans l'authentification

- **NSUCCHPC (Successful immediate assignments of signalling channels)**
Ce compteur est déclenché à la réception de la commande « ESTABLISHMENT INDICATION » (BTS vers BSC). [7]
- **TASSATT (Total Number of Assignment Attempts)**
Ce compteur est déclenché à la réception de « ASSIGNMENT REQUEST » (MSC vers BSC). [10]

c Allocation du TCH(ASSIGNMENT)

Après que les données de l'utilisateur soient vérifiées, le MSC assigne un canal TCH afin que le mobile puisse procéder à l'appel. Voir 3.3

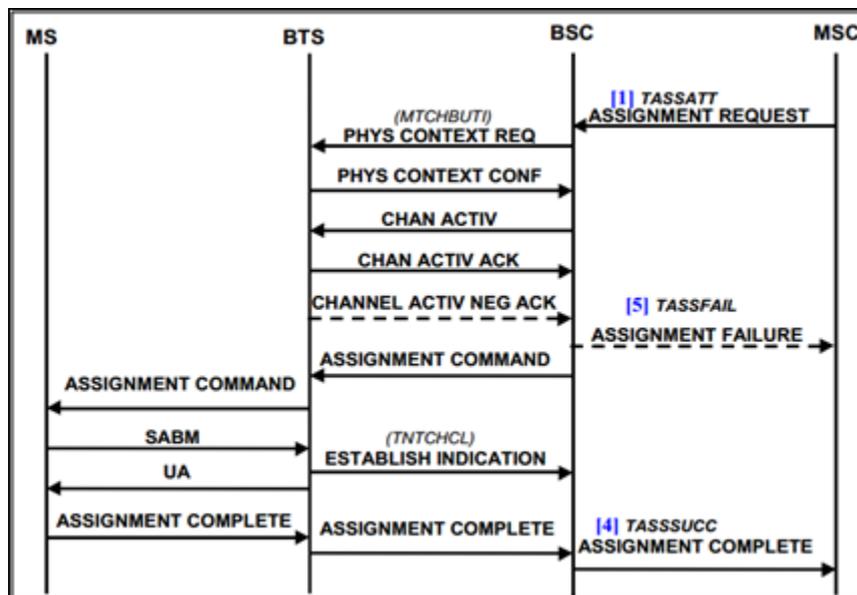


Figure 3.3. La procédure pour assigner un canal TCH au mobile.

Le tableau 3.3 indique les compteurs qui interviennent dans la procédure d'allocation un canal TCH

[1] ASSIGNMENT ATTEMPS	TASSATT
[2] INCOMING REDIRECTED	TASSSUCC
[3] OUTGOING REDIRECTED CALLS	SINTHINT + SUINBHDO [10*n+7].n=0...31 (n=number of GSM ADJ-ids) + SUOISHDO [10*m+7];m = 0...63 (m= number of UMTS ADJ-ids)
[4] ASSIGMENT COMPLETES (normal Assignm.)	TASSSUCC
[5] ASSIGMENT FAILURE	TASSFAIL
[6] Queuing Failure	NMSGDISQ

Tableau 3.3. Les compteurs qui interviennent dans la procédure d'allocation un canal TCH.

- **TASSSUCC (Total Number of Successful Assignments):** ce compteur est déclenché à la réception de « ASSIGNMENT COMPLETE » (BSC vers MSC).
- **TASSFAIL (Total Number of Assignment Failures):** ce compteur est déclenché à la réception de « ASSIGNMENT FAILURE » (BSC vers MSC).

Pour calculer le taux d'appels réussis on utilise la formule suivante :

$$CSSuccRate = ImmAssSucc * SSSProcSuccRateCSto * AssSuccRate$$

3.3.2 HANDOVER

Comme on l'avait indiqué au chapitre précédent le Handover est le transfert d'appel d'une cellule vers une autre pendant que le mobile est en mouvement.

Il existe plusieurs types du Handover :

- Handover IntraCell : entre les TRX de même cellule
- Handover Intercell Intra BSC : entre 2 cellules d'une même BSC
- Handover Intercell Inter BSC : entre 2 cellules de BSC différentes
- Handover Intercell Inter MSC : entre 2 cellules de BSC différentes et MSC Différentes.

La figure 3.4 présente un Exemple de procédure d'un Handover intercell Inter BSC.

a Exemple de procédure d'un Handover intercell Inter BSC

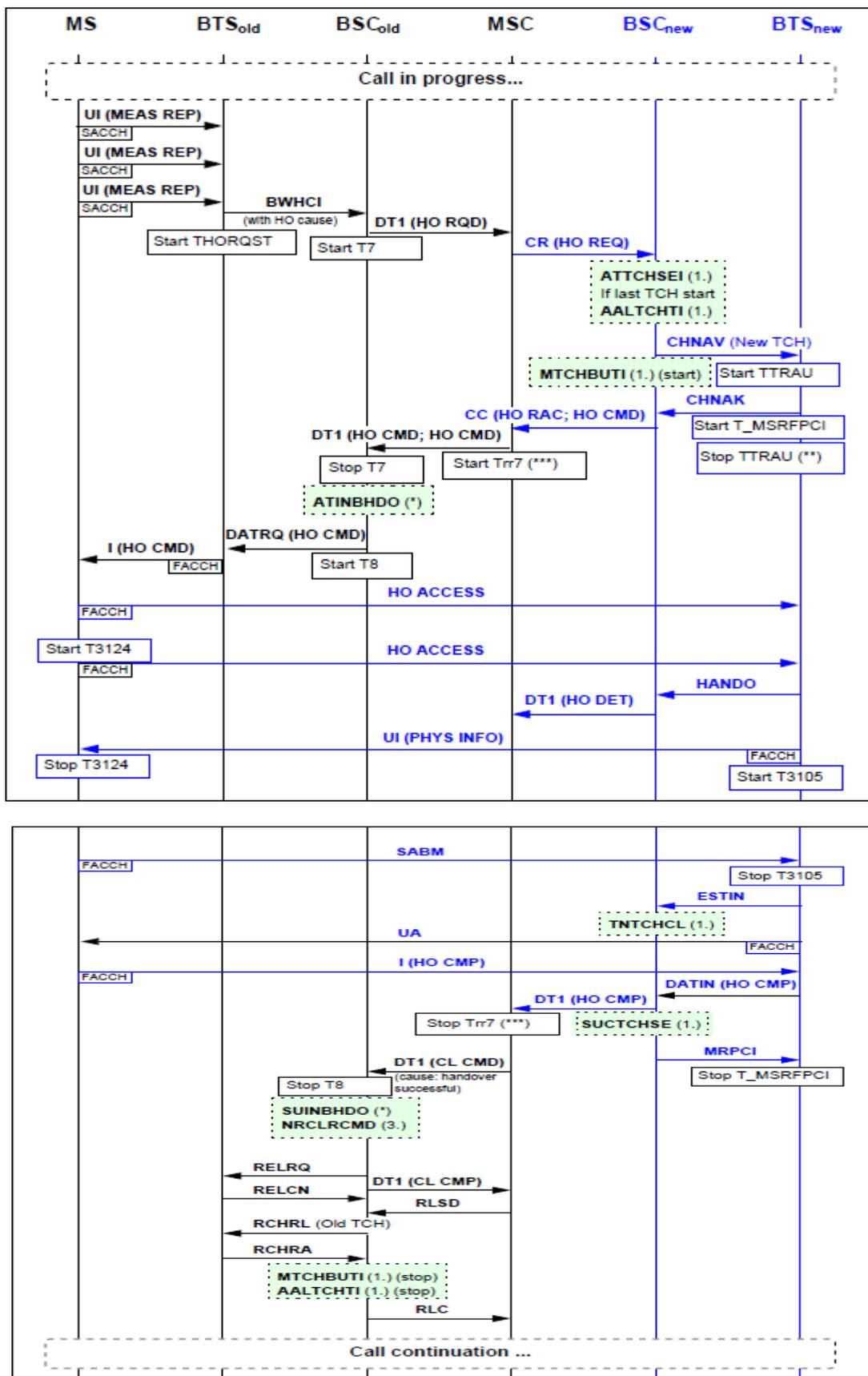


Figure 3.4. Procédure d'un HO intercell inter BSC.

Pendant une communication ou bien appel le mobile envoie chaque 480 ms des mesures à la BTS, ces mesures sont transmises à la BSC dès que la BSC reçoit ces mesures elle constate que le mobile a une mauvaise qualité de couverture, alors elle contacte la MSC qui à son tour contacte la nouvelle BSC pour la procédure du Handover (HO REQ)

De sa part la BSC contacte la nouvelle BTS, et cette dernière lui confirme la réception de la commande CHANNEL AVAILABLE par la commande CHANNEL ACKNOWLEDGE.

Donc la BSC envoie la Commande du Handover (HO CMD) à la MSC puis l'ancienne BSC puis l'ancienne BTS puis au mobile.

Dès que le mobile reçoit cette commande il va communiquer avec la nouvelle BTS pour établir la liaison.

La formule utilisée pour le calcul et la suivante :

$$\mathbf{InterCellHOSuccRate [i] = InterCellHOSucc [i] / InterCellHOAtt[i]}$$

Pour cette procédure on a utilisé deux Timers afin que le HO se déroule dans des conditions correctes, ces compteurs sont utilisés afin de détecter l'éventuel problème dans la procédure.

b Timer T3124

Ce Timer est déclenché au niveau du mobile (Uplink) à l'envoi de la commande « HO ACCESS » (à la nouvelle BTS) et s'arrête à la réception de la commande « PHYSICAL INFORMATION »

Le Timer T3124 expire au bout d'un moment prédéfini et s'il ne reçoit pas le message « PHYSICAL INFORMATION » il y aura un HO fail alors il revient à l'ancienne BTS. [11]

La figure 3.5 représente la coupure après expiration du timer T3124.

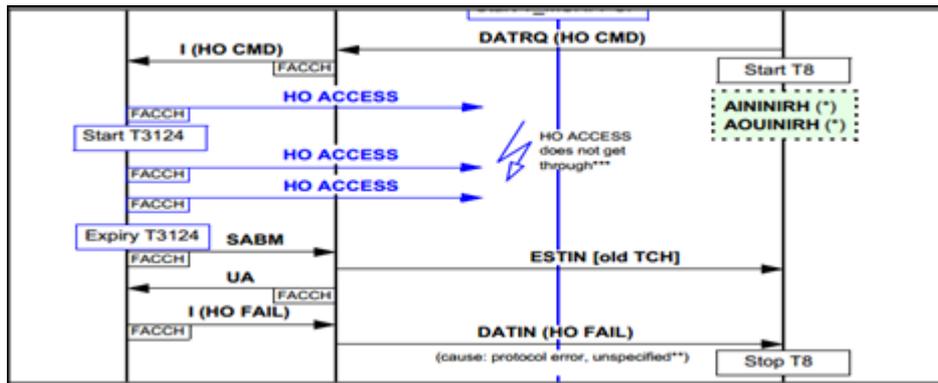


Figure 3.5. Expiration du Timer T3124.

c Timer T3105

Ce Timer est déclenché au niveau de la nouvelle BTS après l'envoi de la commande « PHYSICAL INFORMATION » et s'arrête à la réception de la commande SABM de la part du mobile. [12]

Le Timer T3105 expire au bout d'un moment s'il ne reçoit pas la commande SABM, dans ce cas l'appel est perdu dans la mesure où le contact avec les mobiles est complètement perdu, ce cas est appelé drop HO. Voir la figure 3.6.

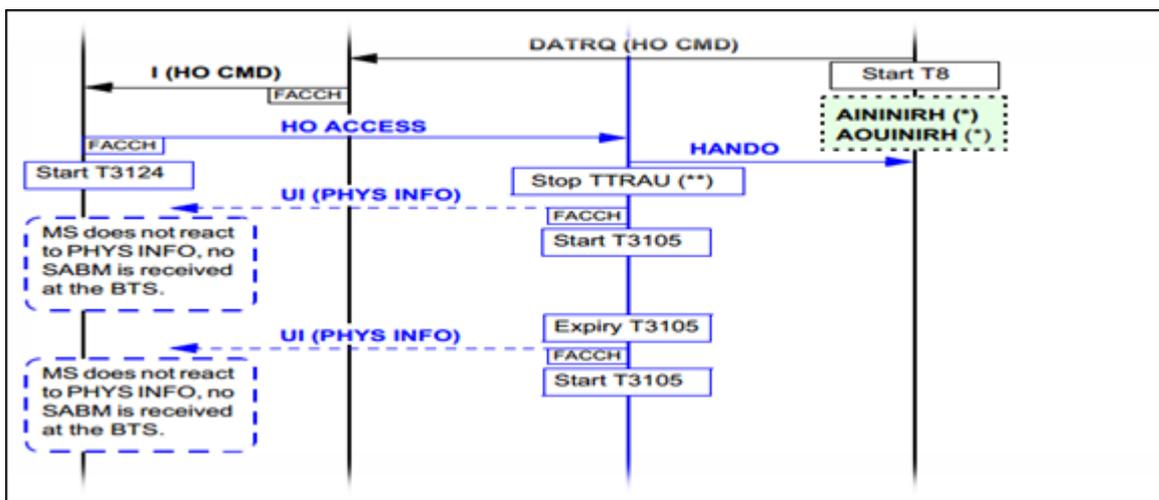


Figure.3.6. Le timer qui intervient dans HO intra BSC auprès de la new BTS.

3.3.3 Call Drop Rate (le taux d'appel perdu) [9]

Le Call Drop Rate représente l'un des KPI's les plus importants pour les opérateurs télécoms.

Les coupures d'appels ou de connexion, dans un réseau de téléphonie mobile, sont à l'origine des plus grands désagréments causés aux abonnés, car un appel téléphonique doit se terminer par la volonté d'un des deux utilisateurs qui sont en cour de communication.

Le maintien d'une conversation téléphonique est très important, et tout abonné exige à son opérateur de pouvoir effectuer des communications téléphoniques continues sans aucune coupure. Par ailleurs, les coupures d'appels peuvent être dues à une multitude de raisons mais en générale il est du souvent a un problème de couverture ou d'interférence.

On distingue 2 types de drop : SDCCH Drop (CSSR affecté) et TCH drop.

Les drops les plus importants sont les suivant :

a TCH Drop Call

Le taux d'abandon de TCH n'est rien d'autre que la déconnection de l'appel du mobile, alors que l'utilisateur est en conversation avec un autre interlocuteur.

b SDCCH Drop Call

Le taux de coupure d'appels du SDCCH indique la probabilité d'échec d'appels lorsque le terminal occupe le canal logique SDCCH. Ce KPI reflète l'état de saisie des canaux de signalisation

c Drop HO

Il est dû à un problème au niveau de la liaison radio lors de l'exécution d'un Handover le Timer T200 par exemple.

d CDR BSS

C'est un problème hardware (lien instable) et il est par un mauvais fonctionnement d'équipement.

La formule pour calculé le call drop rate est la suivante :

$$\text{CallDropRate} = \text{TCHdrop} / \text{NumTermCalls}$$

3.4 Les différents causes des KPI's importants

Il est important de connaitre les différentes causes des KPI's pour identifier le type du problème.

3.4.1 Les causes de Call setup succesrate

Pour le call setup on a 9 Causes:

- Call Setup Failure Rate due to Immediate Assignment Losses.
- Call Setup Failure Rate due to AGCH Blocking.
- Call Setup Failure Rate due to Immediate Assignment without MS Seizure.
- Call Setup Failure Rate due to SDCCCH Drops.
- Call Setup Failure Rate due to SSS Procedure Failure.
- Call Setup Failure Rate due to TCH Loss.
- Call Setup Failure Rate due to Assignment Failures by Message.
- Call Setup Failure Rate due to Assignment Failures with other Reasons.
- Call Setup Failure Rate due to Queuing Failures.

3.4.2 Les causes du Handover

La distribution du HO permet d'analyser les différentes causes du HO :

- Uplink quality.
- Downlink quality.
- uplink strength(level)
- downlink strength
- distance

- better cell
- directed retry
- forced handover due to O&M
- traffic
- fast uplink
- forced handover due to preemption

Selon les causes du HO, on distingue 3 type de HO : HO quality, HO level et HO Power budget. Des seuils fixés par l'optimisateur à travers un paramétrage adéquat permettent de faire la décision pour un type donné.

HO level : il a lieu quand le niveau de signal reçu par la cellule est inférieur au seuil fixé.

HO quality: il a lieu quand la qualité du signal reçu par la cellule est inférieur au seuil fixé, (Seuil fixé par l'opérateur).

HO power budget : ce HO a lieu lorsque le mobile détecte une cellule qui a un meilleurs niveau que la cellule actuelle.

3.4.3 Les causes du Call Drop

Pour le Call Drop on a les causes suivantes :

- TCH drop distribution due to expiry of timer T200
- TCH drop distribution due to unsolicited DM response
- TCH drop distribution due to sequence error
- TCH drop distribution due to expiry of timer T_MSRFPCI
- TCH drop distribution due to distance limit exceeded
- TCH drop distribution due to handover access failures
- TCH drop distribution due to radio link failures
- TCH drop distribution due to remote transcoder failures
- TCH drop distribution due to other connection failures

- TCH drop distribution due to intra cell handovers
- TCH drop distribution due to inter cell intra bsc handovers
- TCH drop distribution due to inter bsc handovers
- TCH drop distribution due to equipment failure
- TCH drop distribution due to protocol error
- TCH drop distribution due to distance error
- TCH drop distribution due to preemption
- TCH drop distribution due to O&M intervention
- TCH drop distribution due to other reasons.

3.5 Les méthodes d'optimisation des KPI's

Les optimisateurs utilisent plusieurs méthodes et techniques afin de détecter et résoudre les problèmes liés à la qualité de service.

En générale, l'analyse des causes des différents KPI's nous permet de détecter le problème exacte, cela nous permettras d'en faire le nécessaire.

L'optimisateur a recourt à plusieurs méthodes afin de gérer les problèmes :

- Augmenter la capacité des réseaux et de distribution de trafic.
- Vérification du matériel et de l'installation des équipements (cas de problème Hardware).
- Vérification des problèmes de version de logiciel et des données de configuration.
- Réglage des paramètres.
- Vérification du système d'antenne, de la transmission et de la couverture.
- Exécuter des actions mécaniques (tilt,azimuth).

3.5.1 Saut de fréquences (Hopping)

C'est une procédure qui exécute une séquence du hopping (HSN) afin de changer la fréquence, le saut de fréquences se fait sur les TRX celons un algorithme prédéfini.

Cette opération permet de garder l'appel avec une bonne qualité, lorsque le mobile se connecte sur une cellule, il lui sera attribuer une fréquence, si cette dernière, a un moment donné, présente des interférences la BTS déclenche la procédure HOPPING. Voir la figure 3.7. [6]

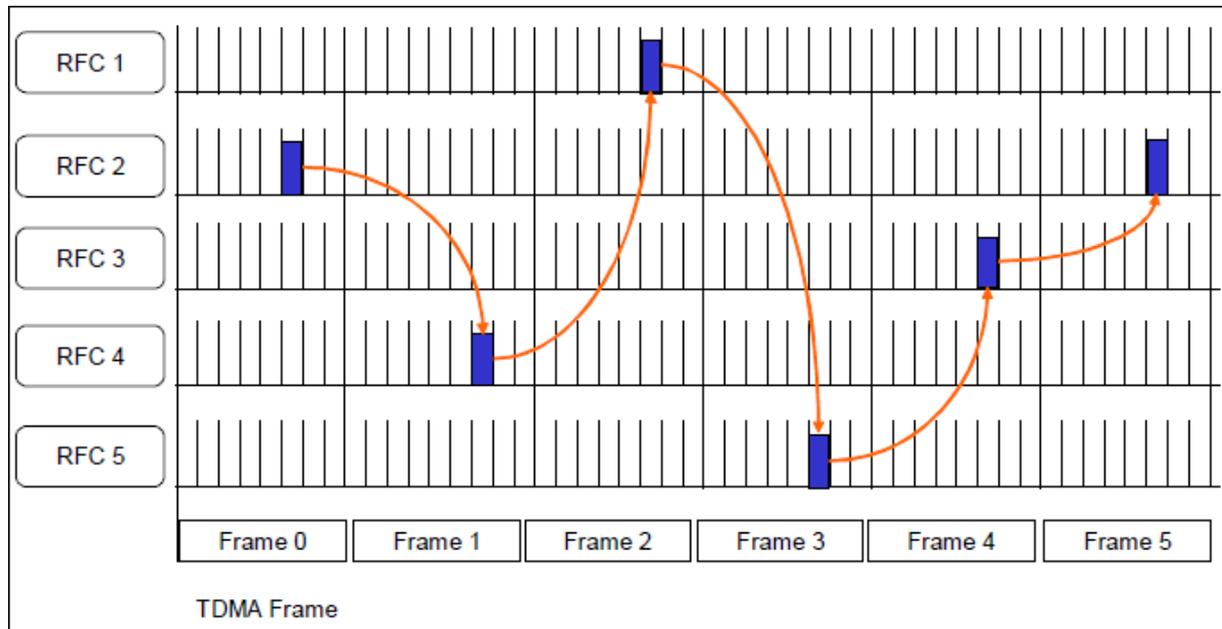


Figure 3.7. Exemple de saut de fréquence (hopping)

a Paramètres Hopping (saut de fréquence)

- **Hopp** : drapeau pour l'activation/désactivation du Hopping.
- **HSN** (Hopping sequence number) : détermine la séquence du saut de fréquences utilisé dans ce site (il existe 64 séquences).
- **MOBALLOC** (Mobile allocation list) : détermine la liste des TRX faisant partie du saut de fréquences.

3.5.2 Contrôle de puissance (Power Control)

Le contrôle de puissance permet de contrôler la puissance d'émission du mobile et la BTS afin de garantir une meilleur qualité de service, en effet lorsque le niveau de couverture(RXLEV) et/ou la qualité(RXQUAL) n'est pas suffisante la BTS émet plus de puissance ou demande au mobile d'emmètre avec plus de puissance, selon la direction UL ou DL, lorsque le mobile reçoit un mauvais niveau ou qualité qui dépasse un certain seuil

(Downlink), la BTS envoie plus de puissance au mobile afin que ce dernier puissent communiquer dans des conditions favorable, d'autre part si le mobile reçoit un très bon niveau ou qualité la BTS lui envoie moins de puissance afin d'éviter les interférences.

Voici quelques paramètres de contrôle de puissance pour le call drop BSS :

- **PWREDSS** (Power reductionstep size), le pas utilisé pour la réduction de la puissance.
- **PWRINCSS** (Power increasestep size), le pas utilisé pour l'augmentation de la puissance.
- **LOWTLEVD** (Power control lower threshold level downlink), seuil inférieur pour augmenter plus de puissance.
- **UPTLEVD** (Power control upperthreshold level downlink) seuil Supérieur pour la réduction de puissance. [9]

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'optimisation du lien radio et tous les paramètres qui peuvent être optimisés et le rôle de l'optimisateur, en suite nous avons vue les différents KPI qui interviennent dans l'optimisation et leurs causes, nous avons présenté aperçu sur les méthodes d'optimisations.

Chapitre 4 Résultats et interprétation

4.1 Introduction

Les réseaux GSM et UMTS doivent être surveillés en permanence afin d'assurer une bonne couverture et un bon fonctionnement des deux réseaux.

L'optimisateur doit se baser sur les KPI's car ces derniers nous fournissent des informations précises sur la qualité de service, le comportement du trafic et de la charge et la disponibilité des ressources réseaux, cela nous permettras de détecter les zones à problèmes et d'identifier les défaillances.

Une mesure prise isolément nous donne qu'une information élémentaire, cependant il existe un nombre important de combinaison entre les mesures et des informations supplémentaires pour nous fournir des renseignements exacts sur le comportement des réseaux.

Ainsi pour notre projet nous avons développé une application qui permettra à l'optimisateur d'effectuer les tâches suivantes :

- La récolte des données.
- Traitement et visualisation des données.
- Visualisation des cites via carte Big-Map.
- Audit des paramètres.
- Détection d'anomalies et des problèmes Hardware.
- Génération des rapports.

4.2 L'organigramme de l'application

La conception de notre application est schématisée dans la figure suivante qui comporte plusieurs blocs décrits dans les paragraphes suivants :

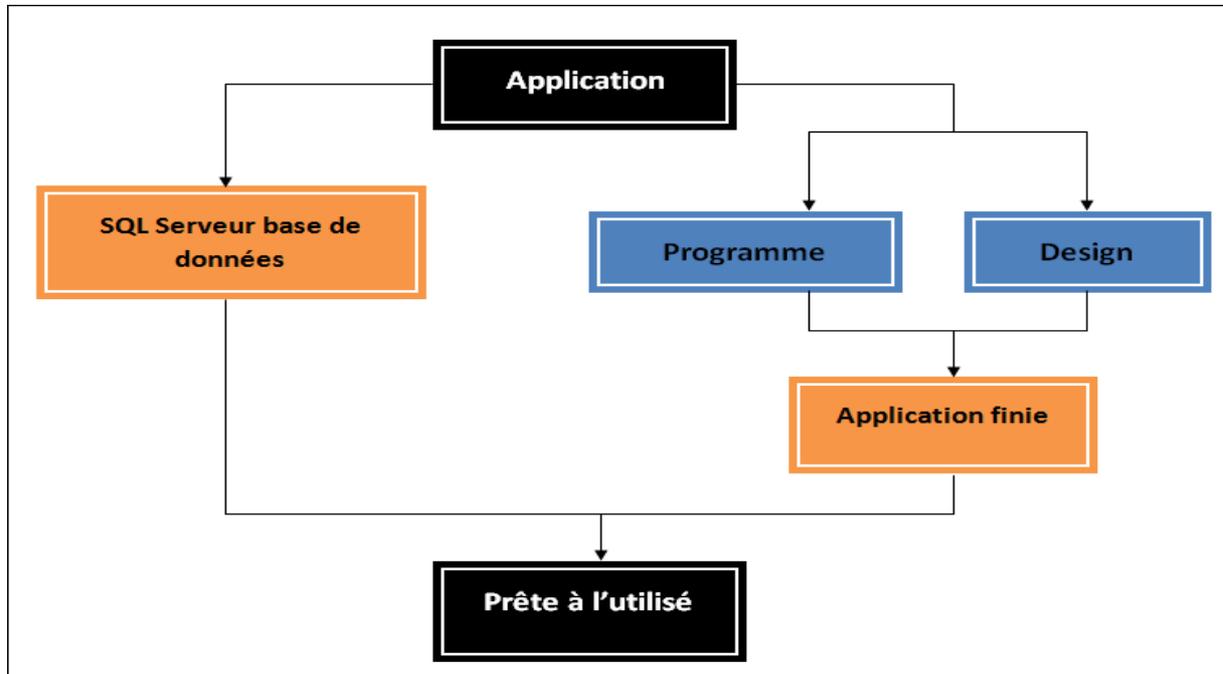


Figure 4.1. l'organigramme de l'application

a Le design

Pour concevoir notre interface la première des choses qu'il faut faire est de mettre en point un design qui conviendra à nos objectifs et les tâches que notre interface pourra effectuer (les tâches citées à l'introduction).

Notre interface est une fenêtre contenant une grille principale, celle-ci regroupe 4 grilles secondaires qui sont : Analyses, Insertion, Outils et Map (qui vont être expliqués par la suite)

Chaque grille secondaire contient des boutons qui permettent d'effectuer les étapes précédentes.

Le design a été réalisé par un logiciel appelé « Blend pour visual studio 2013 » qui est une collection d'outils de conception inclus avec visual studio 2013 qui permet de concevoir visuellement des applications Windows Store générées à l'aide de JavaScript, VB, C# ou C++.

Même nous avons utilisé la bibliothèque Telerik pour affichage des grilles pour avoir un design plus simple plus organisé.

b Le programme

Le programme a été fait avec le logiciel Microsoft Visual Studio 2013 qui est un ensemble complet d'outils de développement permettant de générer des applications Web ASP.NET, des services Web XML, des applications bureautiques et des applications mobiles.

Visual C#, le visual Basic et le visual C++ utilisent tous le même environnement de développement intégré (IDE), qui permet le partage d'outils et facilite la création de solutions à plusieurs langages.

Par ailleurs, ces langages utilisent les fonctionnalités du .NET framework, qui fournit un accès à des technologies clés simplifiant le développement d'applications Web ASP et de Services Web XML.

c SQL server base de données

SQL server 2012 est un système de gestion de données permettant aux développeurs d'être plus productif et de créer facilement des bases de données puissantes, fiables et robustes.

Il assure la protection des données et offre aux entreprises l'agilité nécessaire pour développer rapidement des applications.

La base de données est créée sous le nom de « Optimizer » dans la fenêtre SQL Server Management. Des tables sont créées dans la base de données sous le nom de :

La figure 4.2. représente les tables de la base de données.

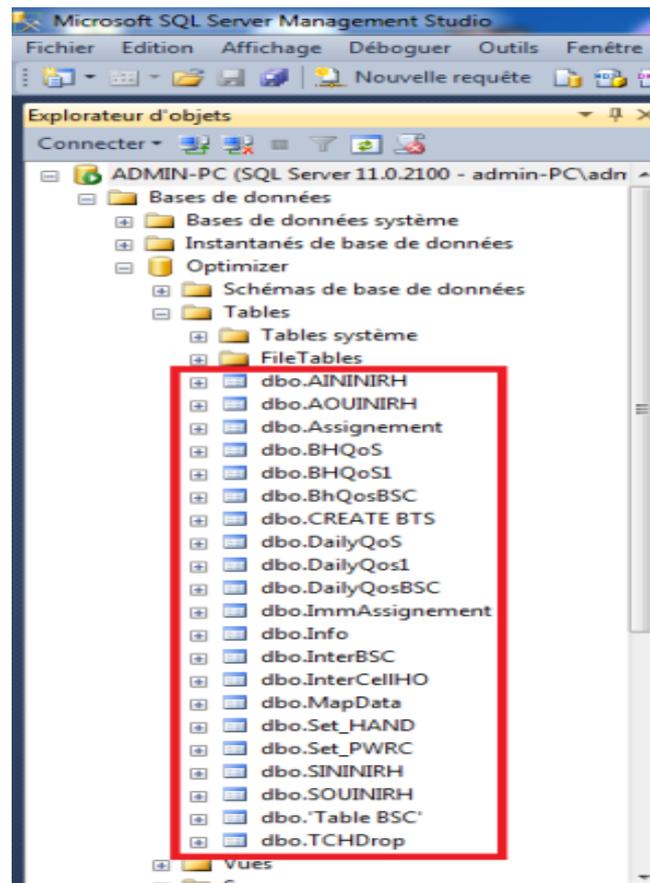


Figure 4.2. Les tables de la base de données.

c.1 Récolte de données

La récolte se fait depuis une base de données créée auparavant avec SQL Server ou via des fichiers excel ou txt. Comme suit :

- Ouverture d'une connexion à la base de données.
- Connexions à la base de données via un data adapter qui va lier l'application à la base de données SQL server
- Sélection de données dans la base de données.
- Enregistrement des données dans des tables de l'application (data table).
- Fermeture de la connexion.

Le Data Adapter est une requête qu'on intègre dans le programme principale pour lier l'application à la Base de données.

4.3 Les taches effectuées

Notre application effectue les tâches citées auparavant selon 4 parties qui sont :

4.3.1 Partie analyse

Cette partie sert à afficher la base de données sous forme de grille qui est une tâche similaire à celle des requêtes SQL sauf que l'avantage de notre application est que le trille des données se fait automatiquement selon le choix de l'utilisateur (l'utilisateur n'est pas obligé de créer des requêtes SQL à chaque fois)

Le trille des données se fait par cellule ou bien par BSC avec sélection de date par jour ou bien par heure.

Nous avons aussi insérer 3 champs pour les KPI les plus importants qui sont le call drop, le call setup et le handover. Voir la figure 4.3.

Date	Time	Object	CSRateBSS_%	Prv_CallDropRate_%	IfBandRate1_rate_%	IfBandRate2_rate_%	IfBandRate3_rate_%	IfBandRate4_rate_%	IfBandRate5_rate_%	InterBSCHOAtt_Nr
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39251	98.567	0.956	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39252	98.798	0.32	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43821	98.855	0.243	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43822	99.047	0.286	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43823	98.821	0.189	1	0	0	0	0	40
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43572	98.938	0.228	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43573	98.636	0.4	1	0	0	0	0	43
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BML03.43041	98.54	0.227	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39381	99.278	0.158	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39382	98.736	0.517	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39383	98.513	0.428	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39511	98.658	0.387	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39512	98.529	0.371	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39281	98.213	0.916	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39282	98.038	2.619	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39231	98.537	0.157	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39232	99.26	0.278	0.9661	0.0339	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39233	98.375	0.483	1	0	0	0	0	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39331			0.9407	0.006	0.002	0.0002	0.0511	
2/1/2013 12:00:00 AM	12/30/1899 11:59:00 PM	BOA02.39332	95.352	2.376	0.8847	0.0225	0.0845	0.0083	0	

Figure 4.3. Visualisation des données sous forme de grille.

Les colonnes de la grille représentent les causes des KPI's d'une manière globale, idem pour chaque KPI choisis individuellement.

On peut aussi cliquer sur chaque colonne pour trier les valeurs par ordre croissant ou bien décroissant cela nous permettras de détecter les cellules ou BSC à problèmes.

4.3.2 Partie insertion

Ce type d'affichage de données que nous avons intégré dans notre application permet la visualisation de données en toute simplicité car l'affichage par graph nous donne une idée à la fois précise et apercevable sur l'évolution des cellules ou BSC à problèmes (détectés précédemment dans la partie analyse). Voir la figure 4.4.

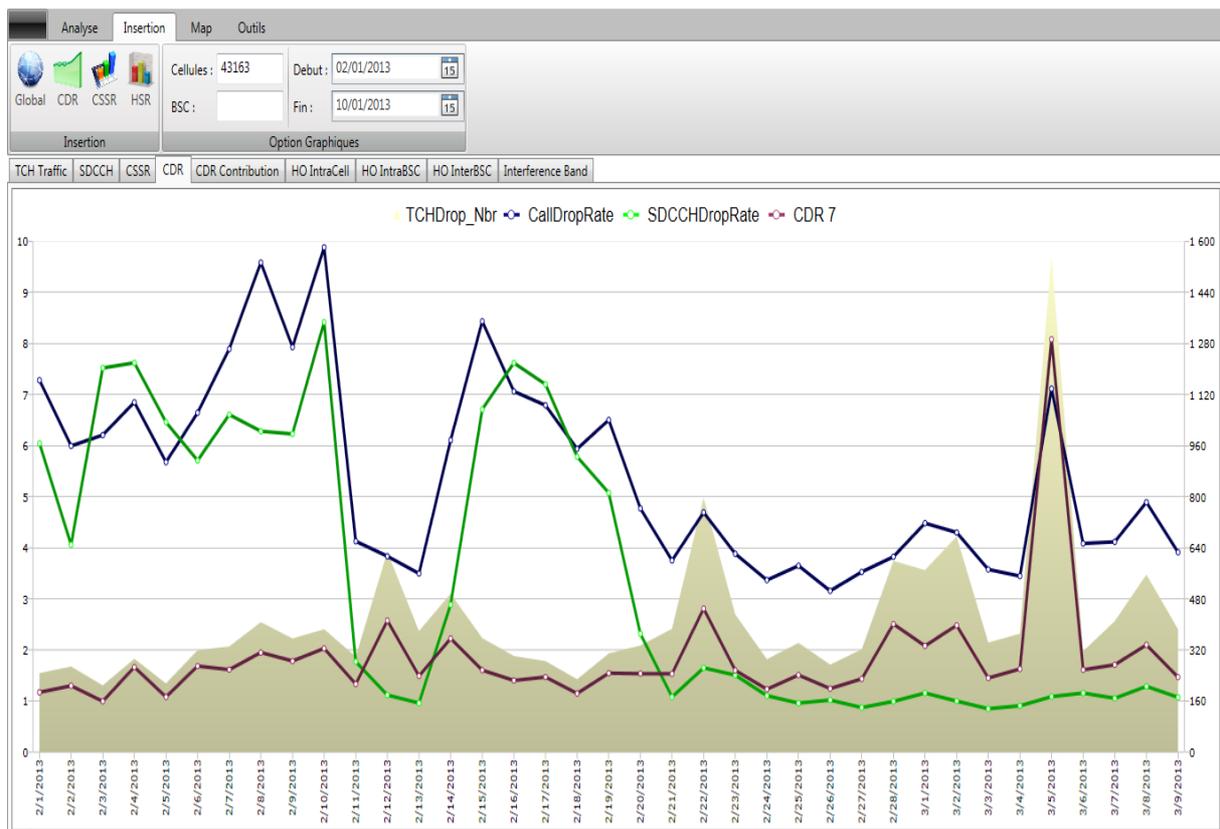


Figure 4.4. Visualisation des données sous forme de graph.

L'affichage est réalisé avec les valeurs des KPI's en fonction de leurs causes et la période définit par l'utilisateur selon sont propre choix.

De cette manière, l'utilisateur pourra facilement suivre l'évolution des cotes durant la période choisie.

Nous avons aussi créé des 3 boutons pour afficher les 3 KPI's importants, cela va nous aider à connaître le type de problème.

a Diagnostique des anomalies

L'optimisateur peut connaître le type du problème suivant les valeurs des causes perçues, nous présentons quelques exemples pour les 3 KPI's suivant :

a.1 Le call drop

D'après la distribution du call drop, la cause TCHDropDistRadLinkFail signifie qu'il y a un problème au niveau de l'interface air ce qui veut dire qu'il y a une interférence. Voir la figure 4.5.

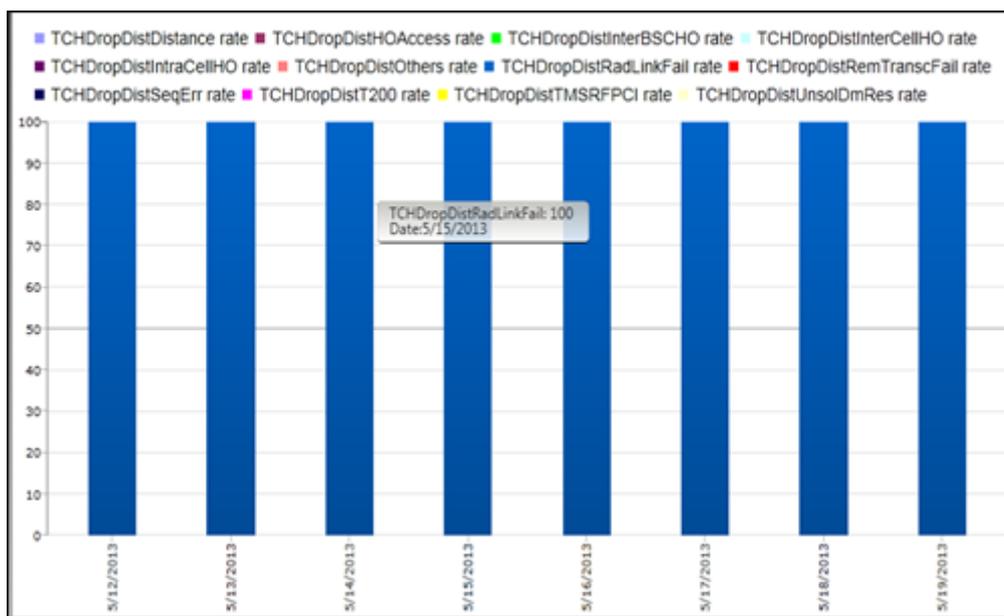


Figure 4.5. Détection d'un problème d'interférence.

a.2 Le call stup

D'après le graph, on remarque que la cause CSFailRateAssFaiByMess (en vert) est élevée cela peut être synonyme d'un problème d'interférences ou d'un problème Hardware. Voir la figure 4.6.

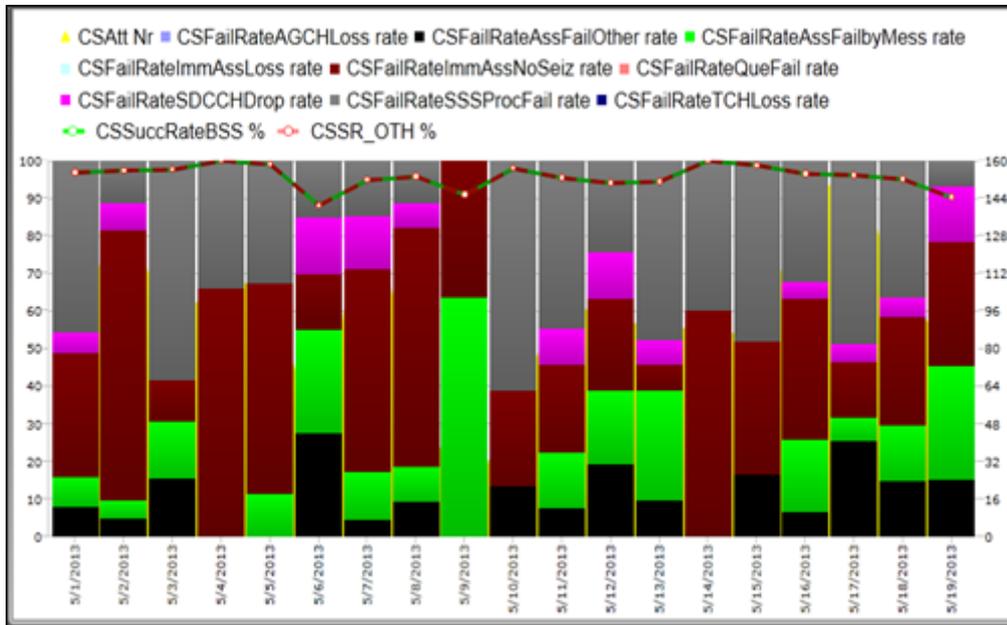


Figure 4.6. Détection des problèmes dans la partie CSSR.

a.3 Le Handover

Les causes HO due to uplink level (en vert) et HO due to Downlink level (en bleu) signifient qu'il ya un problème d'interférences externes ou bien un problème Hardware (problème de câblage au niveau du site). Voir la figure 4.7.

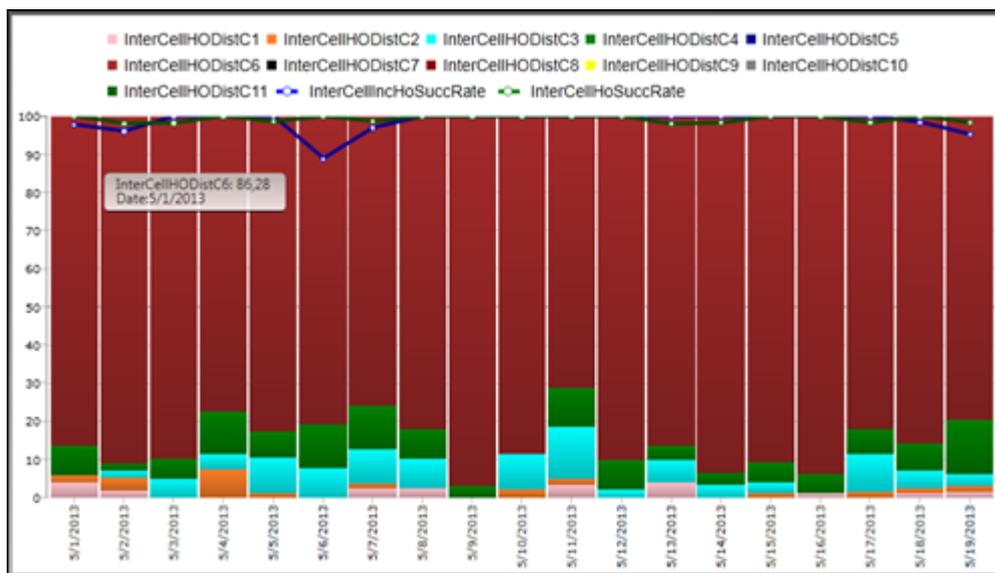


Figure 4.7. Détection des causes du handover.

a.4 La détection des interférences externes

La figure 4.8 représente le graphe d'interférences.

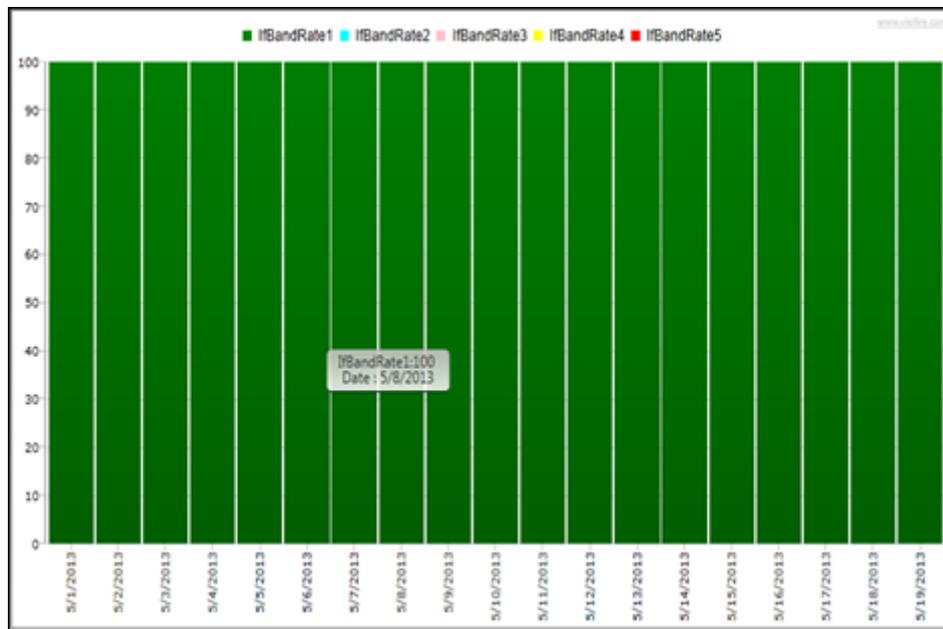


Figure 4.8 graphe des bandes.

D'après le graphe aucune interférence externe n'est présente, cela exclu l'hypothèse d'un problème à cause d'une interférence externe.

4.3.3 Partie outils

Après que l'investigation sur les cellules ou BSC à problèmes soit faite par l'optimisateur, ce dernier peut exécuter plusieurs actions qui sont :

- Vérification de paramétrage (audit paramètre)
- Changement de fréquences.
- Changement de paramètres tel que le power contrôle.
- Déclaration de problème hardware.

Notre application permet à l'optimisateur d'exécuter ces actions automatiquement.

a L'audit des paramètres

Cette partie permet la comparaison de données avec des paramètres préférentiels et modification de valeur si c'est nécessaire dans la base de données.

- **RDLNKTO** : ce paramètre nous donne le temps que met le mobile pour couper l'appel lors qu'il n'arrive pas à joindre la BTS.
- **RDLNKTBS** : ce paramètre nous donne le temps que met la BTS pour couper lors qu'elle ne reçoit pas les mesures du mobile.
- **CRESSOFF** : il permet de calculer le niveau réel du signal. Voir la figure 4.9

RC	BSC	BTSM	BTS	LAC	CI	RDLNKTO
0	31	6	1	432	43842	4
0	31	6	2	432	43843	4
0	31	9	0	432	43551	4
0	31	9	1	432	43552	4
0	31	9	2	432	43553	4
0	31	11	0	432	43781	6
0	31	11	1	432	43782	4
0	31	12	0	432	43561	4
0	31	12	1	432	43562	4
0	31	12	2	432	43563	4
0	31	13	0	432	43821	4
0	31	13	1	432	43822	4
0	31	14	2	432	43823	4
0	31	15	0	432	43581	4
0	31	15	1	432	43582	6
0	31	15	2	432	43583	4
0	31	15	3	432	43584	6
0	31	15	4	432	43585	6
0	31	15	5	432	43586	4
0	31	16	0	432	43301	6

Figure 4.9. Affichage du paramètre RDLNKTO.

b HOPP

Le changement de fréquence aussi peut être exécuté automatiquement dans l'application avec juste un simple click. Voir la figure 4.10.

RC	BSC	BTSM	BTS	LAC	CI	BSIC	BCCHFREQ	CALLF01	CALLF02	CALLF03	CALLF04
1	33	30	1	391	39582	2-4	12	38	0	0	0

Figure 4.10. Changement de fréquences.

c *génération de rapports*

La détection de problèmes Hardware s'effectue via certaines valeurs de certains compteurs, si ces valeurs dépassent un seuil bien défini, la cellule sera suspecte d'avoir des problèmes hardwares.

Dans ce cas, l'optimisateur doit générer un rapport pour informer les autres services.

La génération du rapport est faite sur un fichier EXCEL dans notre application, donc chaque KPI aura sa propre feuille EXCEL qui contient une présentation des valeurs dans un tableau et sous forme de graph. Voir la figure 4.11.

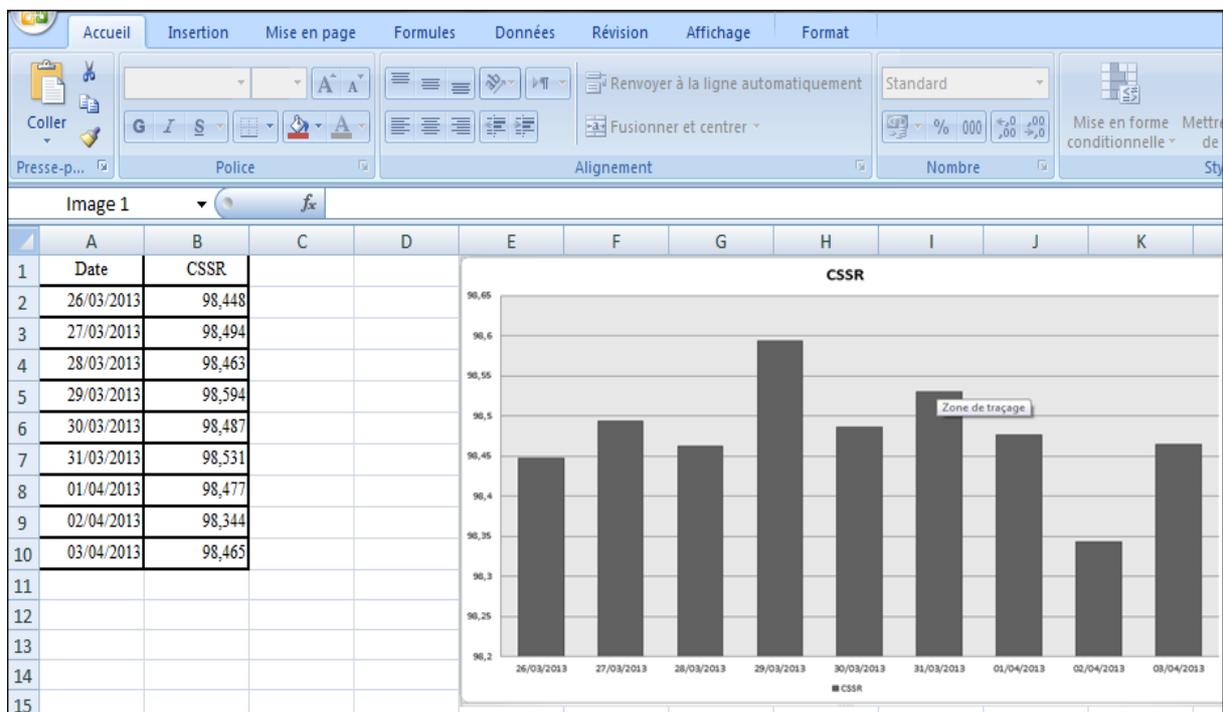


Figure 4.11. Exemple sur un rapport pour le CSSR.

d Mise en page de données récoltées auprès des fournisseurs d'interface (fichier à l'état brute difficilement lisible)

Les données récoltées auprès des Fournisseurs NOKIA SIEMENS sont illisibles, et l'optimisateur doit les trier pour pouvoir distinguer les valeurs désirées.

La figure 4.12 représente un exemple des fichiers bruts de données récoltés auprès des fournisseurs.

```
SET MEL:NAME=MEL:0,MELID=42;SET BSC:NAME=BSC:0,NETWTYPE=GSMDCS,T3122=8,ERRACT=NOFILTER,NOFILTER,NOFILTER,NOFILTER,NOFILTER,MAXNCELL=6,MSCV=PHASE2,OVLSTTR=9500,OVLNTR
ALRMSEVDFC=MINOR,ALRMSEVTRK=MINOR,ALRMSEVSECTR=MINOR,ALRMSEVSPCTR=MINOR,ALRMSEVSEMSI=MINOR,ALRMSEVSEVLEXPOL=MAJOR,BSCID=HLFSEC:12,BSCID1PUB=HLFSEC
ENACTRIACM=3,NTWID="603"-02,CENNOVL=TRUE,NSLOAD=92-85,NSMEMALL=20-25,EPCUOVL=TRUE,ESTSGM=FALSE,EGTLTBLKCH=FALSE,ETFERDERRA=FALSE,DENC=NC
F113_BSC120_TRK_QTY=900,PWD="09286697d62641";INSTALL BOF:NAME=BOF:0,FEA=F114_BSC120_POT_PCU,QTY=256,PWD="150f9f69ad68d51";CREATE DPC:NAME=DPC:0,DPC=1-5,NTWID=NATL,S5
LARMIT=3,ALACCOUNT=32;CREATE LICD:NAME=LICD:1,ALARMT1=10,ALARMT2=10,ALARMT3=1,ALACCOUNT=32;CREATE LICD:NAME=LICD:3,ALARMT1=10,ALARMT2=10,ALARMT3=1,ALACCOUNT=32;CREATE LIC
NULL(0),ATT4="EUCRESEL"-8(FALSE);CREATE NSE:NAME=NSE:0,NSET=317,GBSNS=PRFX,INSCVTST=60,INSCVTST3="NNSVCTSTR-10,TYPONSVCONF=NULL,MTU=NULL,TSNPRO=NULL,SNSEZSR
NEQ=SIMPLEXA,LICTS=NULL,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:2,PCML=2-1,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXA,L1
3-3,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXA,LICTS=NULL,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:10,PCML=2-5,CRC=TRUE,C
EMAL=NULL,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:18,PCML=5-1,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXA,LICTS=NULL,LOWER=E10_6,REMA=FALSE,WM
BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXA,LICTS=NULL,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:27,PCML=1-2,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=
EATE:PCMB:NAME=PCMB:34,PCML=0-3,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXB,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:3
,LICTS=NULL,LOWER=E10_6,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMB:NAME=PCMB:41,PCML=1-2,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXA,LICTS=NULL,
RUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXB,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK;CREATE PCMS:NAME=PCMS:14,PCML=1-4,CRC=TRUE,CODE=HDB3,A
K,LICTS=NULL;CREATE PCMS:NAME=PCMS:10,PCML=5-0,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXB,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK,LICTS=NULL
,LREDUNEQ=SIMPLEXB,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK,LICTS=NULL;CREATE PCMS:NAME=PCMS:17,PCML=3-4,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPL
PCMS:23,PCML=5-1,CRC=TRUE,CODE=HDB3,NUA=FALSE,BER=E10_3,BAF=0,LREDUNEQ=SIMPLEXB,LOWER=E10_3,REMA=FALSE,WMOD=SINGLE_TRUNK,LICTS=NULL;CREATE PCMS:NAME=PCMS:24,PCML=2
014=NULL,LPCMSCON15=NULL,LPCMSCON16=NULL,LPCMSCON17=NULL,LPCMSCON18=NULL,LPCMSCON19=NULL,LPCMSCON20=NULL,LPCMSCON21=NULL,LPCMSCON22=NULL,LPCMSCON23=NULL,LPCMSC
ON24=NULL,LPCMSCON25=NULL,LPCMSCON26=NULL,LPCMSCON27=NULL,LPCMSCON28=NULL,LPCMSCON29=NULL,LPCMSCON30=NULL,LPCMSCON31=NULL,LPCMSCON32=NULL,LPCMSCON33=NULL,LPCMSC
ON34=NULL,LPCMSCON35=NULL,LPCMSCON36=NULL,LPCMSCON37=NULL,LPCMSCON38=NULL,LPCMSCON39=NULL,LPCMSCON40=NULL,LPCMSCON41=NULL,LPCMSCON42=NULL,LPCMSCON43=NULL,LPCMSC
ON44=NULL,LPCMSCON45=NULL,LPCMSCON46=NULL,LPCMSCON47=NULL,LPCMSCON48=NULL,LPCMSCON49=NULL,LPCMSCON50=NULL,LPCMSCON51=NULL,LPCMSCON52=NULL,LPCMSCON53=NULL,LPCMSC
ON54=NULL,LPCMSCON55=NULL,LPCMSCON56=NULL,LPCMSCON57=NULL,LPCMSCON58=NULL,LPCMSCON59=NULL,LPCMSCON60=NULL,LPCMSCON61=NULL,LPCMSCON62=NULL,LPCMSCON63=NULL,LPCMSC
ON64=NULL,LPCMSCON65=NULL,LPCMSCON66=NULL,LPCMSCON67=NULL,LPCMSCON68=NULL,LPCMSCON69=NULL,LPCMSCON70=NULL,LPCMSCON71=NULL,LPCMSCON72=NULL,LPCMSCON73=NULL,LPCMSC
ON74=NULL,LPCMSCON75=NULL,LPCMSCON76=NULL,LPCMSCON77=NULL,LPCMSCON78=NULL,LPCMSCON79=NULL,LPCMSCON80=NULL,LPCMSCON81=NULL,LPCMSCON82=NULL,LPCMSCON83=NULL,LPCMSC
ON84=NULL,LPCMSCON85=NULL,LPCMSCON86=NULL,LPCMSCON87=NULL,LPCMSCON88=NULL,LPCMSCON89=NULL,LPCMSCON90=NULL,LPCMSCON91=NULL,LPCMSCON92=NULL,LPCMSCON93=NULL,LPCMSC
ON94=NULL,LPCMSCON95=NULL,LPCMSCON96=NULL,LPCMSCON97=NULL,LPCMSCON98=NULL,LPCMSCON99=NULL,LPCMSCON100=NULL,LPCMSCON101=NULL,LPCMSCON102=NULL,LPCMSCON103=NULL,LPC
MSCON104=NULL,LPCMSCON105=NULL,LPCMSCON106=NULL,LPCMSCON107=NULL,LPCMSCON108=NULL,LPCMSCON109=NULL,LPCMSCON110=NULL,LPCMSCON111=NULL,LPCMSCON112=NULL,LPCMSC
ON113=NULL,LPCMSCON114=NULL,LPCMSCON115=NULL,LPCMSCON116=NULL,LPCMSCON117=NULL,LPCMSCON118=NULL,LPCMSCON119=NULL,LPCMSCON120=NULL,LPCMSCON121=NULL,LPCMSCON122=
NULL,LPCMSCON123=NULL,LPCMSCON124=NULL,LPCMSCON125=NULL,LPCMSCON126=NULL,LPCMSCON127=NULL,LPCMSCON128=NULL,LPCMSCON129=NULL,LPCMSCON130=NULL,LPCMSCON131=
L_T_COMPATIBLE_WITH_CROSSCONNECT,SALUNAME="MS12_R02_T3",TE1=1,ETFO=FALSE,LPCMSCON00=1,LPCMSCON01=NULL,LPCMSCON02=NULL,LPCMSCON03=NULL,LPCMSCON04=NULL,LPCMSC
ON05=NULL,LPCMSCON06=NULL,LPCMSCON07=NULL,LPCMSCON08=NULL,LPCMSCON09=NULL,LPCMSCON10=NULL,LPCMSCON11=NULL,LPCMSCON12=NULL,LPCMSCON13=NULL,LPCMSCON14=NULL,LPCMSC
ON15=NULL,LPCMSCON16=NULL,LPCMSCON17=NULL,LPCMSCON18=NULL,LPCMSCON19=NULL,LPCMSCON20=NULL,LPCMSCON21=NULL,LPCMSCON22=NULL,LPCMSCON23=NULL,LPCMSCON24=NULL,LPCMSC
ON25=NULL,LPCMSCON26=NULL,LPCMSCON27=NULL,LPCMSCON28=NULL,LPCMSCON29=NULL,LPCMSCON30=NULL,LPCMSCON31=NULL,LPCMSCON32=NULL,LPCMSCON33=NULL,LPCMSCON34=NULL,LPCMSC
ON35=NULL,LPCMSCON36=NULL,LPCMSCON37=NULL,LPCMSCON38=NULL,LPCMSCON39=NULL,LPCMSCON40=NULL,LPCMSCON41=NULL,LPCMSCON42=NULL,LPCMSCON43=NULL,LPCMSCON44=NULL,LPCMSC
ON45=NULL,LPCMSCON46=NULL,LPCMSCON47=NULL,LPCMSCON48=NULL,LPCMSCON49=NULL,LPCMSCON50=NULL,LPCMSCON51=NULL,LPCMSCON52=NULL,LPCMSCON53=NULL,LPCMSCON54=NULL,LPCMSC
ON55=NULL,LPCMSCON56=NULL,LPCMSCON57=NULL,LPCMSCON58=NULL,LPCMSCON59=NULL,LPCMSCON60=NULL,LPCMSCON61=NULL,LPCMSCON62=NULL,LPCMSCON63=NULL,LPCMSCON64=NULL,LPCMSC
ON65=NULL,LPCMSCON66=NULL,LPCMSCON67=NULL,LPCMSCON68=NULL,LPCMSCON69=NULL,LPCMSCON70=NULL,LPCMSCON71=NULL,LPCMSCON72=NULL,LPCMSCON73=NULL,LPCMSCON74=NULL,LPCMSC
ON75=NULL,LPCMSCON76=NULL,LPCMSCON77=NULL,LPCMSCON78=NULL,LPCMSCON79=NULL,LPCMSCON80=NULL,LPCMSCON81=NULL,LPCMSCON82=NULL,LPCMSCON83=NULL,LPCMSCON84=NULL,LPCMSC
ON85=NULL,LPCMSCON86=NULL,LPCMSCON87=NULL,LPCMSCON88=NULL,LPCMSCON89=NULL,LPCMSCON90=NULL,LPCMSCON91=NULL,LPCMSCON92=NULL,LPCMSCON93=NULL,LPCMSCON94=NULL,LPCMSC
ON95=NULL,LPCMSCON96=NULL,LPCMSCON97=NULL,LPCMSCON98=NULL,LPCMSCON99=NULL,LPCMSCON100=NULL,LPCMSCON101=NULL,LPCMSCON102=NULL,LPCMSCON103=NULL,LPCMSCON104=NULL,LPC
MSCON105=NULL,LPCMSCON106=NULL,LPCMSCON107=NULL,LPCMSCON108=NULL,LPCMSCON109=NULL,LPCMSCON110=NULL,LPCMSCON111=NULL,LPCMSCON112=NULL,LPCMSCON113=NULL,LPCMSC
ON114=NULL,LPCMSCON115=NULL,LPCMSCON116=NULL,LPCMSCON117=NULL,LPCMSCON118=NULL,LPCMSCON119=NULL,LPCMSCON120=NULL,LPCMSCON121=NULL,LPCMSCON122=NULL,LPCMSCON123=
NULL,LPCMSCON124=NULL,LPCMSCON125=NULL,LPCMSCON126=NULL,LPCMSCON127=NULL,LPCMSCON128=NULL,LPCMSCON129=NULL,LPCMSCON130=NULL,LPCMSCON131=NULL,LPCMSCON132=
E_WITH_CROSSCONNECT,SALUNAME="MS12_R11_T7",TE1=10,ETFO=FALSE,LPCMSCON00=10,LPCMSCON01=NULL,LPCMSCON02=NULL,LPCMSCON03=NULL,LPCMSCON04=NULL,LPCMSCON05=NULL,LPCMSC
ON06=NULL,LPCMSCON07=NULL,LPCMSCON08=NULL,LPCMSCON09=NULL,LPCMSCON10=NULL,LPCMSCON11=NULL,LPCMSCON12=NULL,LPCMSCON13=NULL,LPCMSCON14=NULL,LPCMSCON15=NULL,LPCMSC
ON16=NULL,LPCMSCON17=NULL,LPCMSCON18=NULL,LPCMSCON19=NULL,LPCMSCON20=NULL,LPCMSCON21=NULL,LPCMSCON22=NULL,LPCMSCON23=NULL,LPCMSCON24=NULL,LPCMSCON25=NULL,LPCMSC
ON26=NULL,LPCMSCON27=NULL,LPCMSCON28=NULL,LPCMSCON29=NULL,LPCMSCON30=NULL,LPCMSCON31=NULL,LPCMSCON32=NULL,LPCMSCON33=NULL,LPCMSCON34=NULL,LPCMSCON35=NULL,LPCMSC
ON36=NULL,LPCMSCON37=NULL,LPCMSCON38=NULL,LPCMSCON39=NULL,LPCMSCON40=NULL,LPCMSCON41=NULL,LPCMSCON42=NULL,LPCMSCON43=NULL,LPCMSCON44=NULL,LPCMSCON45=NULL,LPCMSC
ON46=NULL,LPCMSCON47=NULL,LPCMSCON48=NULL,LPCMSCON49=NULL,LPCMSCON50=NULL,LPCMSCON51=NULL,LPCMSCON52=NULL,LPCMSCON53=NULL,LPCMSCON54=NULL,LPCMSCON55=NULL,LPCMSC
ON56=NULL,LPCMSCON57=NULL,LPCMSCON58=NULL,LPCMSCON59=NULL,LPCMSCON60=NULL,LPCMSCON61=NULL,LPCMSCON62=NULL,LPCMSCON63=NULL,LPCMSCON64=NULL,LPCMSCON65=NULL,LPCMSC
ON66=NULL,LPCMSCON67=NULL,LPCMSCON68=NULL,LPCMSCON69=NULL,LPCMSCON70=NULL,LPCMSCON71=NULL,LPCMSCON72=NULL,LPCMSCON73=NULL,LPCMSCON74=NULL,LPCMSCON75=NULL,LPCMSC
ON76=NULL,LPCMSCON77=NULL,LPCMSCON78=NULL,LPCMSCON79=NULL,LPCMSCON80=NULL,LPCMSCON81=NULL,LPCMSCON82=NULL,LPCMSCON83=NULL,LPCMSCON84=NULL,LPCMSCON85=NULL,LPCMSC
ON86=NULL,LPCMSCON87=NULL,LPCMSCON88=NULL,LPCMSCON89=NULL,LPCMSCON90=NULL,LPCMSCON91=NULL,LPCMSCON92=NULL,LPCMSCON93=NULL,LPCMSCON94=NULL,LPCMSCON95=NULL,LPCMSC
ON96=NULL,LPCMSCON97=NULL,LPCMSCON98=NULL,LPCMSCON99=NULL,LPCMSCON100=NULL,LPCMSCON101=NULL,LPCMSCON102=NULL,LPCMSCON103=NULL,LPCMSCON104=NULL,LPCMSCON105=NULL,LPC
MSCON106=NULL,LPCMSCON107=NULL,LPCMSCON108=NULL,LPCMSCON109=NULL,LPCMSCON110=NULL,LPCMSCON111=NULL,LPCMSCON112=NULL,LPCMSCON113=NULL,LPCMSCON114=NULL,LPCMSC
ON115=NULL,LPCMSCON116=NULL,LPCMSCON117=NULL,LPCMSCON118=NULL,LPCMSCON119=NULL,LPCMSCON120=NULL,LPCMSCON121=NULL,LPCMSCON122=NULL,LPCMSCON123=NULL,LPCMSCON124=
NULL,LPCMSCON125=NULL,LPCMSCON126=NULL,LPCMSCON127=NULL,LPCMSCON128=NULL,LPCMSCON129=NULL,LPCMSCON130=NULL,LPCMSCON131=NULL,LPCMSCON132=NULL
```

Figure 4.12. Le fichier brut.

Pour cela on a intégré un champ dans la partie outils qui nous permet de faire l'extraction de ces données, mais cette fois les données paraissent classé dans des tables pour permettre de rendre le fichier plus lisible. Voir la figure 4.13

Glissez une en-tête de colonne et déposez-la ici pour grouper par cette colonne							
RC	BSC	BTSM	BTS	MCC	MNC	LAC	CELL_ID
>	0	42	0	603	02	361	36191
0	42	0	1	603	02	361	36192
0	42	1	0	603	02	361	36151
0	42	1	0	603	02	361	36152
0	42	1	2	603	02	361	36153
0	42	1	3	603	02	361	36154
0	42	1	5	603	02	361	36156
0	42	2	0	603	02	361	36181
0	42	2	1	603	02	361	36182
0	42	3	0	603	02	361	36211
0	42	3	1	603	02	361	36212
0	42	3	3	603	02	361	36214
0	42	3	4	603	02	361	36215
0	42	4	0	603	02	361	36041
0	42	4	1	603	02	361	36042
0	42	4	2	603	02	361	36043
0	42	5	0	603	02	361	36551
0	42	5	1	603	02	361	36552

Figure 4.13. Extraction du fichier brute

Même on peut faire la comparaison de ces données entre deux fichiers brutes de deux dates différentes (d'après et d'avant), et il nous affiche seulement les paramètres des variables qui ont changé, (voir la figure 4.14). Dans le cas de notre fichier on a trié les paramètres de ligne les plus important tel que :

- CREATE BTS
- CREATE TRX
- SET HAND
- SET WPRC
- CREATE ADJC

CI	PARAMETRE	Ancienne valeur	Nouvelle Valeur
> 36152	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36211	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36212	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36401	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36611	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36612	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36341	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36342	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36681	CALLF01	17	39
36501	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36502	T200	110_156_204_225_225_225_255	110_31_38_225_225_225_255
36641	BCCHFREQ	6	8
36641	CALLF01	28	26

Figure 4.14. Comparaison des données.

e Les statistiques du Handover

Le champ HO stat que nous avons développé particulièrement dans la partie outils permet d'afficher les statistiques des 4 différents types du Handover représenté dans la figure 4.15.

CI	ADJACENT	InterCellHOAtt	InterCellHOSucc	InterCellHOFail	InterCellHODrop
> RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-0-1	65	61	2	2
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-35-0	30	27	2	1
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-48-1	648	623	10	15
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-48-2	1424	1393	13	18
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-51-2	444	434	6	4
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-9-2	3	3	0	0
RCOMP0_BSC_23-0-1	RCOMP0_BSC_23-0-0	200	197	1	2
RCOMP0_BSC_23-0-1	RCOMP0_BSC_23-53-1	136	134	0	2
RCOMP0_BSC_23-0-2	RCOMP0_BSC_23-54-2	245	239	2	4
RCOMP0_BSC_23-1-0	RCOMP0_BSC_23-1-2	259	256	0	3
RCOMP0_BSC_23-1-0	RCOMP0_BSC_23-24-2	4	4	0	0
RCOMP0_BSC_23-1-2	RCOMP0_BSC_23-22-1	135	132	2	1
RCOMP0_BSC_23-11-0	RCOMP0_BSC_23-11-1	648	641	4	3
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-48-3	72	68	2	2
RCOMP0_BSC_23-0-0	RCOMP0_BSC_23-52-0	253	246	3	4
RCOMP0_BSC_23-0-1	RCOMP0_BSC_23-0-2	125	125	0	0
RCOMP0_BSC_23-0-1	RCOMP0_BSC_23-53-2	109	101	4	4
RCOMP0_BSC_23-1-1	RCOMP0_BSC_23-21-2	0	0	0	0

Figure 4.15. Handover statistique.

L'optimisateur peut aussi afficher toutes les causes du Handover statistiques qui sont :

- IncomingAttempt : le nombre de tentatives de Handover qu'il reçoit par jour.
- OutgoingAttempt : le nombre de tentatives de Handover qu'il fait par jour.
- Incomingsuccess : le nombre de tentatives de Handover qu'il reçoit avec succès.
- Outgoingsuccess : le nombre de tentatives Handover qu'il fait avec succès.

La figure 4.16 illustre les du HO sous forme de tables

CI	ADJACENT	BetterCell	Distance	DownLinkQual	DirectedRetry	DownLinkStrength
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:0:1	186	0	1	0	3
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:0:2	1417	0	7	0	22
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:3:0	0	0	0	0	0
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:35:0	24	0	0	0	0
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:0	105	0	0	1	2
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:1	953	0	4	0	14
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:2	2285	0	24	8	18
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:3	49	0	7	0	7
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:4	70	0	52	0	6
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:48:5	2235	0	319	0	250
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:50:3	2363	0	94	0	61
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:51:2	667	0	2	0	26
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:52:0	350	0	7	0	12
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:53:2	1359	0	4	0	6
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:54:1	0	0	0	0	0
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:9:1	16	0	1	0	0
RCOMP0_BSC_23:0:0	RCOMP0_BSC_23:9:2	5	0	0	0	0
RCOMP0_BSC_23:0:1	RCOMP0_BSC_23:0:0	46	0	2	0	2

Figure 4.16. Les causes de HO stat.

4.3.1 Partie Map

Cette partie nous permet la visualisation des cellules et des BSC via carte Bing-Map, nous avons pu placer avec exactitude les cites dans la carte celons leurs coordonnées GPS.

Cette option permettra à l'optimisateur de connaitre s'il s'agit d'une zone à forte densité ou pas et percevoir les différentes cellules voisines qui dialoguent avec la cellule désignée.

L'affichage se fait par wilaya ou bien par cellules.

L'application affiche aussi les coordonnées de la cellule telle que l'azimute et sa longitude, les différentes fréquences qu'elle possède et le couple de localisation BSIC-BCCH.

On peut aussi choisir le mode d'affichage (aerial,road). Voir la figure 4.17 et la figure 4.18.

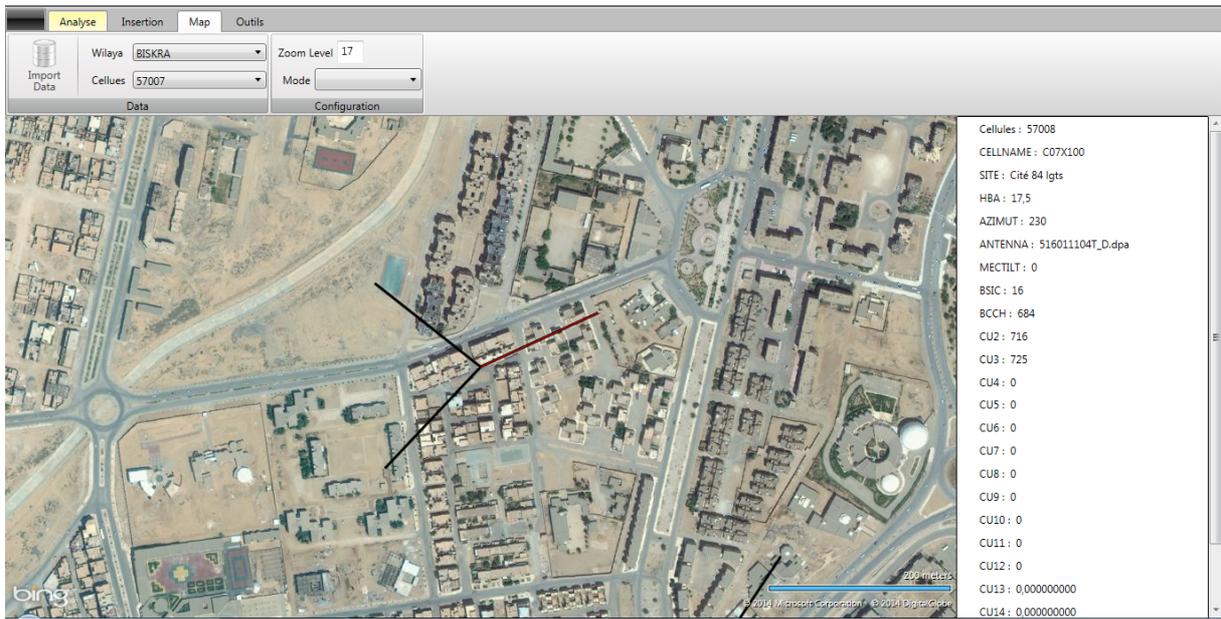


Figure4.17. Visualisation d'une cellule en mode aerial.

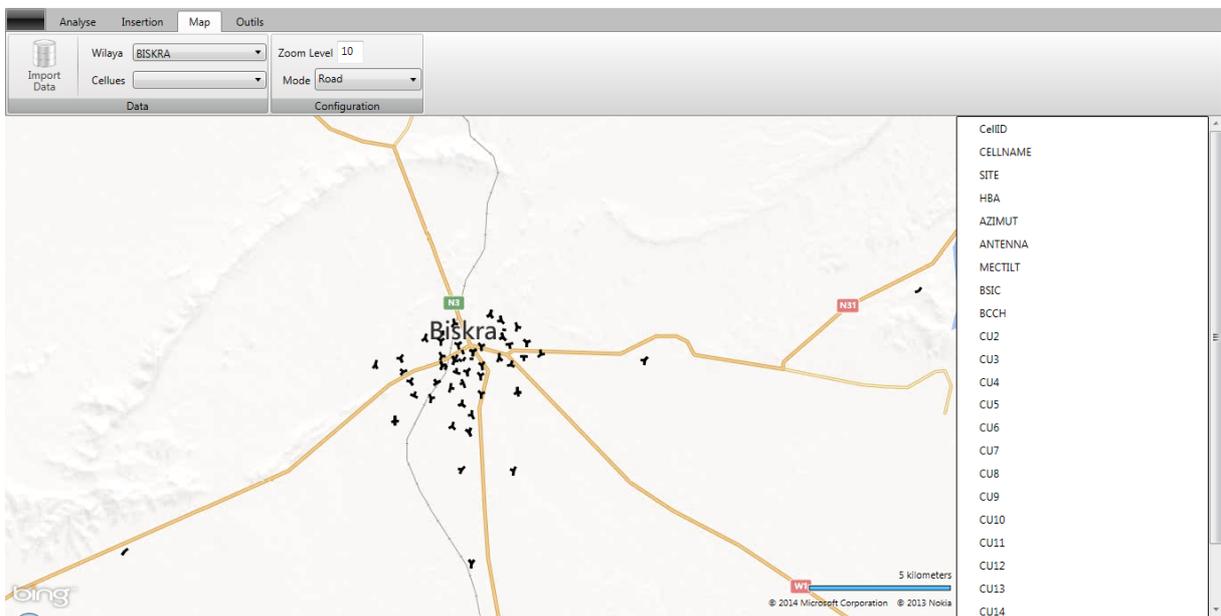


Figure4.18. Visualisation d'une wilaya en mode road.

4.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une présentation de notre application.

En premier lieu nous avons résumé notre application dans un organigramme, puis nous avons expliqué les différentes tâches réalisées, qui sont réparties dans 4 parties principales.

Conclusion générale

Le domaine de la téléphonie mobile a connu un essor phénoménal dans le monde entier, il s'est évolué d'une façon exponentielle ce qui a conduit à la minimisation des équipements terminaux.

Dans ce mémoire nous nous sommes intéressés à définir les réseaux de communication GSM et UMTS et nous nous sommes attardés sur la partie radio et beaucoup plus sur l'interface Air en GSM et l'interface Uu pour l'UMTS qui représentent le maillon central et le plus important car les utilisateurs sont exposés directement à cette interface.

Cette interface nécessite un contrôle continu qui conduit à l'optimisation qui est une tâche d'une importance majeure puisque la bonne couverture et le bon fonctionnement en dépendent.

Cette optimisation est réalisée en utilisant les indicateurs de performances qui nous permettent de suivre le comportement des réseaux afin de garder leur stabilité vis-à-vis de la variation du trafic.

En menant ce projet nous avons constaté que les logiciels utilisés par les optimiseurs ne facilitent pas leurs travaux, c'est ce qui nous a conduits à développer une application qui permet d'automatiser les tâches d'optimisation.

Les conclusions que l'on peut tirer de notre application sont les suivantes :

- A partir de la récolte des données, on peut cibler les zones à problèmes.
- La visualisation de ces données sous forme de graphe en fonction des causes nous permet de savoir s'il s'agit d'un problème d'interférence ou bien un problème Hardware.
- Lors d'un problème d'interférence, nous pouvons vérifier le graph d'interférences band pour nous éclaircir si c'est une interférence externe ou bien interne, pour le cas d'une interférence interne nous vérifions la fréquence du site, Avec la vérification de quelque paramètre si nécessaire.

- Par contre si nous avons un problème Hardware cela nécessite une intervention au niveau du site.
- La visualisation des sites à problème sur carte Bing-Map nous permet de percevoir les cellules voisines qui dialoguent avec ces derniers.

Comme perspective notre travail peut être amélioré en l'intégrant dans le réseau de l'entreprise et en ajoutant une partie pour l'optimisation du Handover entre la 2G et 3G.

Enfin nous espérons que ce modeste travail puisse constituer une référence pour les travaux futurs dans le domaine de l'optimisation de la 3G+,4G...

Bibliographie

[1] : Xavier Lagrange, Philippe Goddlewski, Sami Tabbane, réseaux GSM-DCS des principes à la norme, édition HERMES 1997.

[2] : KHOUNI SADIKA, Simulation et Optimisation D'un Réseau GSM en utilisant la Technologie OFDM, mémoire de magister Option Communication, département d'électronique, faculté de technologie, université Ferhat Abas-Setif, 2010.

[3]: Alan Kavanagh, John Beckmeyer, GPRS Networks, Osborne Publishing, Septembre 2002.

[4] : Benyoucef Mosbah Imene, Etude du réseau GSM et développement d'une application d'optimisation, Mémoire de Master Option télécommunication, faculté d'électronique et informatique, université USTHB, 2013.

[5] : Jean-Marie Bonnin, Bruno JECHOUX, Paul JOLIVET, Xavier LAGRANGE, Loufi NUAYMI, Sami TABBANE, Principes et évolution de L'UMTS Edition Hermes Lavoisier.

[6] : SIEMENS, AG, MN1788EU11MN_0001, ' Air interface Um', 2006.

[7] : X. Lagrange et P. Godlewski, Canaux de contrôle sur l'interface radio, ENST - dept Réseaux, vers. 2.2 – 1998.

[8] : Crépin Nsiala Nzéza, Récepteur adaptatif multi-standards pour les signaux à étalement de spectre en contexte non coopératif, Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 2006.

[9] Siemens Information System PM, SBS Key Performance Indicators, octobre 2005.

[10] SIEMENS, Information System, PM: SBS Counter

[11]: MOTOROLA Introduction to Digital Cellular FOR TRAINING PURPOSES ONLY, LTD. 1999 CP02

[12] GSM/EDGE RAN - BR line, Performance measurement message

[13] : Simon ZNATY, GPRS : Principes et Architecture, 2003

[14] : Stéphane Girodon, Réseaux GSM, GPRS, UMTS, rapport de stage, 2001/2002.