



Analyse par les indicateurs de performance des différents dysfonctionnements au sein d'un réseau cellulaire GSM



LICENCE

**Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)**

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Analyse par les indicateurs de
performance des différents
dysfonctionnements au sein d'un réseau
cellulaire GSM**

Réalisé Par :

**MAHAMAN MOUSTAPHA KADRI
Oummal Kharyr**

Encadré par :

Pr F.ERRAHIMI (FST FES)

Mr. Billy ILANGA (AT NIGER)

Soutenu le 11 Juin 2013 devant le jury

Pr A.AHAITOUF (FST FES)

Pr A.MECHQRANE (FST FES)

Pr F.ERRAHIMI (FST FES)

Année Universitaire : 2012/2013



DEDICACE

Au nom d'Allah le tout miséricordieux je dédie ce rapport de fin d'études :

A

Mon père, pour l'amour qu'il porte pour moi, à cet homme qui n'a jamais porté d'aussi suprême espérance que celle de ma réussite.

Ma mère qui ne cesse de m'entourer d'amour, de tendresse et de découvert. Pour toi qui t'es tant sacrifiée pour moi, maman j'avoue que je serais reconnaissante de toute la patience et les sacrifices que tu as consentis pour moi.

Mes frères jumeaux pour m'avoir rendu la vie agréable. Je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordé. A, vous, je souhaite un brillant avenir, tout le bonheur que vous méritez, réussite dans vos études et dans vos vies. Que ce travail soit l'expression de ma profonde gratitude.

Les familles KADRI et SADI, qu'elles trouvent ici l'expression de mon amour et de ma gratitude.

Les familles de l'ENITEX, qu'elles découvrent ici l'expression de mes affectations les plus chaleureuses.

Tous ceux qui ont cru en moi et tous ceux qui m'ont soutenu dans les durs moments.

Je dédie le couronnement de mes années d'études.



REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je tiens à remercier Le Bon Dieu le tout miséricordieux, le très miséricordieux pour la grâce et les bienfaits qu'il m'a accordés et pour tout le courage qu'il m'a attribué pour mener à bien ce travail.

A l'issue de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude à Mr BILLY Ilanga, et à toute son équipe pour leurs accompagnements dans toutes les étapes du projet, les moyens mis à ma disposition, leurs conseils avisés et leur collaboration enrichissante qui ont permis le bon déroulement de ce rapport de fin d'études.

Aussi, je tiens à exprimer mes sincères remerciements au professeur encadrant pédagogique Mme Fatima ERRAHIMI pour l'aide, les encouragements, les conseils et le soutien qu'elle m'a apportés tout au long de ce travail.

Mes vifs remerciements s'adressent à Mr. ZOUAK doyen de la FST, à Mr ABDI Farid, responsable de la filière Electronique Télécommunication Informatique, sans oublier le corps professoral de la FST de Fès et tous les intervenants responsables de la formation Electronique Télécommunication Informatique pour la formation prodigieuse et de qualité qu'ils m'ont prodigué tout au cours de ces trois années.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant de juger ce travail et de me faire part de leur lumière.

A, tout le personnel de la société Atlantique Telecom Niger particulièrement à ALI BADJOHadiza, SAADOU YAYE Abdoulaye et MAMANI GOGA Abdoul Karim, qui m'ont manifesté toute leur attention, sympathie et soutien permanents durant toute la période de mon stage, je leur dis un grand Merci.

Aussi, Il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude auprès de toute personne dont l'intervention au cours de ce rapport a favorisé son bon déroulement.

Et enfin à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail, trouvez en ces mots l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.



TABLE DE MATIERES

DEDICACE	I
REMERCIEMENTS	II
LISTE DES ACRONYMES	VI
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA SOCIETE	1
1.1. HISTORIQUE D'ATLANTIQUE TELECOM NIGER	2
1.2. ACTIVITES D'AT NIGER	2
1.3. POLITIQUE QUALITE	3
1.4. ORGANIGRAMME D'ATLANTIQUE TELECOM	4
1.5. PRESENTATION DE LA DIRECTION TECHNIQUE	6
1.5.1. ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION TECHNIQUE	6
1.5.2. PRESENTATION DE L'INGENIERIE	6
CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LE RESEAU CELLULAIRE GSM	8
2.1. HISTORIQUE DE LA NORME	9
2.2. CONCEPT CELLULAIRE	9
2.3. CARACTERISTIQUES D'UN RESEAU CELLULAIRE GSM	10
2.4. ARCHITECTURE DU RESEAU D'ACCES RADIO	10
2.4.1. COMPOSITION MATERIELLE DU SOUS-SYSTEME RADIO(BSS)	11
2.4.2. COMPOSITION MATERIELLE DU SOUS-SYSTEME FIXE OU RESEAU(NSS)	12
2.4.3. COMPOSITION DU SOUS-SYSTEME D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE	13
2.5. PRESENTATION DES DIFFERENTES INTERFACES	14
2.6. CLASSIFICATION DES SERVICES	15
2.7. GESTION DES APPELS	15
CHAPITRE 3 : DEPLOIEMENT CELLULAIRE ET DIMENSIONNEMENT DE L'INTERFACE RADIO GSM	16
3.1. PRINCIPE DE BASE	17
3.2. PROBLEMATIQUE DE LA PLANIFICATION CELLULAIRE	18
3.3. LES ANTENNES ET LEURS CARACTERISTIQUES	18
3.3.1. ANTENNES EN EMISSION	18
3.3.2. ANTENNE EN RECEPTION	19
3.4. TYPE DES MODELES DE PROPAGATION	19
3.5. ASPECT PRATIQUE DE LA PLANIFICATION CELLULAIRE	20
3.6. MECANISME D'INFLUENCE SUR LA CAPACITE RADIO GSM	21
3.7. PRESENTATION DES CANAUX LOGIQUES	21
3.7.1. TRANSMISSION SUR L'INTERFACE RADIO GSM	21
3.7.2. CANAUX PHYSIQUES	22
3.7.3. CLASSIFICATION DES CANAUX LOGIQUES	22
3.8. DIMENSIONNEMENT DE L'INTERFACE RADIO GSM	24
3.9. LOIS D'ERLANG	26
3.9.1. DEFINITION ET PRINCIPES DE BASE	26
3.9.2. DIMENSIONNEMENT DES CANAUX DE SIGNALISATION	26
3.9.3. DIMENSIONNEMENT DES CANAUX TCH	27
CHAPITRE 4 : ANALYSE PAR LES INDICATEURS DES DIFFERENTS DYSFONCTIONNEMENTS AU SEIN D'UN RESEAU CELLULAIRE GSM	29
4.1. NOTION DE LA QUALITE DE SERVICE	29



Analyse par les indicateurs de performance des différents dysfonctionnements au sein d'un réseau cellulaire GSM



4.1.1. QUALITE DE SERVICE	29
4.1.2. SUPERVISION DE LA QUALITE DE SERVICE	29
4.2. SOURCES D'INFORMATION SUR LA QUALITE DE SERVICE	30
4.2.1. COMPTEURS	30
4.2.2. PRINCIPAUX INDICATEURS DE PERFORMANCE	30
4.3. CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENTS POUR CHAQUE INDICATEUR	32
4.4. CAS D'ATLANTIQUE TELECOM NIGER	34
4.4.1. SEUIL DEFINI POUR CHAQUE INDICATEUR	34
4.4.2 ANALYSE DES DYSFONCTIONNEMENTS ET METHODE DE RESOLUTION	35
4.5. LES OUTILS DE PERFORMANCE UTILISES A AT NIGER	38
4.6. TACHES EFFECTUEES AU SEIN DE LA SOCIETE AT NIGER	38
CONCLUSION GENERALE	41
GLOSSAIRE	A
BIBLIOGRAPHIE	4



LISTES DES FIGURES

Figure 1: Organigramme d'AT Niger	5
Figure 2 : Organigramme de la direction technique.....	6
Figure 3 : Organigramme de l'ingénierie	7
Figure 4 : Représentation cellulaire d'un réseau	10
Figure 5 : Architecture canonique	11
Figure 6 : Architecture du sous-système radio	11
Figure 7 : Architecture du sous-système réseau	12
Figure 8 : Représentation d'un canal physique	22
Figure 9 : Représentation des canaux logiques	23
Figure 10 : Processus de dimensionnement d'une zone orientée trafic.....	25
Figure 11 : Processus de dimensionnement d'une zone orientée couverture	25



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Seuils défini pour chaque indicateur de performance.....	35
Tableau 2 : Valeurs des indicateurs de performance sur le système	35
Tableau 3: Outils de performance utilisés à at Niger	38

LISTE DES ACRONYMES



AGCH Access Grant Channel

B

BTS Base Transeiver Station

BSC Base Station Controllor

BSS Base Station Sub-System

BCCH Broadcast Control Channel

C

CBCH Cell Control Channel

CEPT Conférence Européenne Poste et
Télécommunication

CSR Call Setup Rate

CSSR Call Setup Success Rate

D

DbDécibel

E

EIR Equipment register

F

FACCH Fast Associated ControlChannel

FCCH Frequency correction channel

FDMAFrequence Division Multiple Access

G

GPS Global Positionner System

GSM Global System for Mobile
Communication

K

KPI Key Performance Indicator

H

HLR Home Location Register

I

IMEI International Mobile Equipment
Identity

M

MS Mobile Station

MOU Memorandum of Understanding

MSC Mobile-services switching center

N

O

OSS Operation Sub-System

P

PCH Paging Channel

Q

QoS Quality of Service

R

RACH Random Access Channel

S

SACH Slow Associated ControlChannel

SCH Synchronisation Channel

SDCCH Stand-alone Dedicated Control
channel

SMS Short Message Service

T

TCH Trafic Channel

TDMA Time Division Multiple Access

TRX Matériel d'émission réception

U

Um interface mobile BTS

VLRVisitor Location Registe



Introduction Générale

Au début des années 1980, la plupart des systèmes de téléphonie mobile étaient analogiques. Ces systèmes de première génération étaient confrontés aux problèmes de capacité, d'interférence et de qualité.

C'est pour résoudre ces contraintes qu'à vu le jour une technologie numérique appelée GSM (Global System for Mobile Communication).

Ce dernier constitue désormais la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles. Dans le GSM, la transmission des données entre l'abonné et le système s'effectue sur l'interface radio qui est sujette à beaucoup de problèmes tels que les interférences et le fading.

Notre projet a pour objectif de procéder à l'analyse des différents dysfonctionnements rencontrés sur l'interface radio et à fournir quelques pistes de solutions correctives à travers les indicateurs clés de performance.

Cette étude a été réalisée au sein du réseau Atlantique Telecom Niger et a été subdivisée en quatre chapitres.

Le premier chapitre sera consacré à la présentation de la société. Nous allons présenter de manière succincte un aperçu général sur la société Atlantique Telecom Niger, les différentes divisions de la direction technique et en particulier le service ingénierie où j'ai effectué mon stage.

Le deuxième chapitre intitulé généralités sur le réseau cellulaire GSM décrira l'historique de la norme GSM, l'architecture du réseau d'accès radio afin de connaître le fonctionnement des différents équipements ainsi que leurs emplacements dans le réseau et la composition du sous-système d'exploitation et de maintenance.

Le déploiement cellulaire et le dimensionnement de l'interface radio feront l'objet du troisième chapitre. A ce niveau nous allons voir de façon explicite la planification cellulaire qui constitue l'une des étapes les plus importantes de l'établissement d'un réseau cellulaire GSM, le rôle des canaux logiques ainsi que les différentes méthodes de dimensionnement de l'interface radio GSM.

Le quatrième chapitre intitulé « Analyse par les indicateurs de performance des différents dysfonctionnements au sein d'un réseau cellulaire GSM » portera sur les problèmes de qualité de service dans un réseau cellulaire GSM et leur analyse par les indicateurs de performances afin de proposer des pistes de solutions en vue de l'amélioration de la qualité.

Chapitre 1 : Présentation de la société

Durant ces dernières années, la téléphonie mobile a été sans doute le secteur le plus rentable et le plus innovant de toute l'industrie des Télécommunications. Le développement des technologies, les services et applications offerts par les opérateurs mobiles ont contribué, à la création d'un environnement propice à la concurrence incitant ainsi les opérateurs à se soucier de la qualité de leurs prestations et des performances de fonctionnement de leurs réseaux.



Ainsi, offrir une diversification des services avec une qualité supérieure et couvrir l'ensemble du territoire du Niger sont devenus les soucis permanents de la société Atlantique Telecom Niger.

1.1. Historique d'ATLANTIQUE TELECOM NIGER

Inscrite au Registre du Commerce et du Crédit Mobilier sous le numéro RCCM-NIM-2003-B-1095, la société Atlantique Telecom Niger, filiale du groupe ETISALAT, est une société anonyme avec conseil d'administration de droit nigérien régie par les dispositions de l'acte Uniforme portant sur le droit des sociétés commerciales et du GIE du traité relatif à l'harmonisation du droit des affaires en Afrique (OHADA).

Atlantique Telecom Niger-SA a procédé au lancement de ses activités le 07 Mars 2008 à travers sa marque commerciale MOOV, avec un capital de 6 311 600 000 FCFA (10519333 Euros) détenu à 100% par le Groupe Atlantique Telecom.

En Mars 2012, AT Niger est devenue filiale du groupe ETISALAT (Emirates Telecommunications Corporation) qui est un opérateur historique et principal fournisseur de télécommunication aux Emirats Arabes Unis.

Le siège d'Atlantique Telecom Niger se trouve à Niamey au Niger à l'adresse 720, boulevard du 15 Avril, route de l'aéroport.

1.2. Activités d'AT Niger

En tant qu'opérateur de téléphonie mobile, les activités d'Atlantique Telecom Niger consistent à la mise en place et l'exploitation d'un réseau mobile GSM.

a. Abonnement prépayé

Le client prépayé comme son nom l'indique, utilise les cartes de recharges, le dépôt (forfait rechargeable, compte mobile et télécentre) pour accéder au réseau MOOV.

b. Abonnement postpayé

L'abonné postpayé est soumis à une facturation mensuelle sur la base des consommations du mois concerné.



1.3. Politique qualité

La politique qualité est un engagement de la direction générale et est matérialisée comme suit:

Le marché de la téléphonie mobile sur lequel nous évoluons est en pleine expansion est soumis à une forte concurrence. L'exigence d'une compétitivité sans cesse accrue s'impose inévitablement à chacune des parties en présence. Atlantique Telecom Niger acteur majeure de ce marché ambitionne de donner un souffle nouveau à la téléphonie au Niger à travers sa marque commerciale : MOOV.

L'objectif est d'apporter à tous ses clients un niveau de qualité de service supérieur à la moyenne, de les placer au cœur de nos préoccupations, de les écouter pour intégrer leurs besoins mais aussi d'anticiper leurs attentes de manière à y répondre en leur apportant les technologies les plus avancées ; assurant ainsi, l'excellence dans ses services et la pérennité de ses activités.

Afin de se structurer et d'améliorer la valeur ajoutée des prestations délivrées par MOOV Niger, le conseil de direction a décidé d'adopter une organisation clairement définie, réactive et souple, mais aussi rigoureuse, fondée sur une stratégie commerciale résolument tournée vers ses clients.

Pour ce faire, elle donne la priorité aux clients et à la recherche constante de sa satisfaction. Les axes majeures cette politique qualité au regard des enjeux précédemment cités s'articulent autour des points suivants :

- Une écoute proactive des clients pour leur offrir des produits et services fiables ;
- Une amélioration de la prise en charge des clients aux points d'accueil physiques et téléphoniques ;
- Une optimisation permanente de la qualité du réseau pour garantir le confort des communications ;
- La formation du personnel et la création d'un environnement propice au développement des compétences afin de préserver le savoir-faire et de garantir la capacité à répondre, dans les délais, aux attentes des clients.

La mise en place d'une telle organisation se fera au moyen du Système de Management de la Qualité qui est entrain d'être bâti. Il précise en effet les dispositions prises et les moyens mis en œuvre pour offrir une meilleure qualité de service et améliorer durablement les performances organisationnelles, financières, commerciales et techniques.



Pour garantir la réussite d'un tel projet, la direction générale a nommé un gestionnaire de qualité et qui a autorité nécessaire pour :

- S'assurer que les processus nécessaires au système de management de la qualité sont établis, mis en œuvre et entretenus ;
- S'assurer que la sensibilisation aux exigences du client est encouragée à tous les niveaux ;
- Rendre compte du fonctionnement du Système de Management de Qualité et tout besoin d'amélioration.

Le comité de Direction, organe pilote de ce projet, sert de cadre pour la revue de la présente politique et des objectifs qui en découle.

1.4. Organigramme d'ATLANTIQUE TELECOM

Atlantique Telecom Niger est doté d'une organisation clairement définie, réactive, souple et rigoureuse, fondée sur une stratégie commerciale résolument tournée vers ses clients.

Avec un effectif d'environ 150 agents, Atlantique Telecom Niger SA est organisée en 7 Directions y compris la Direction Générale.

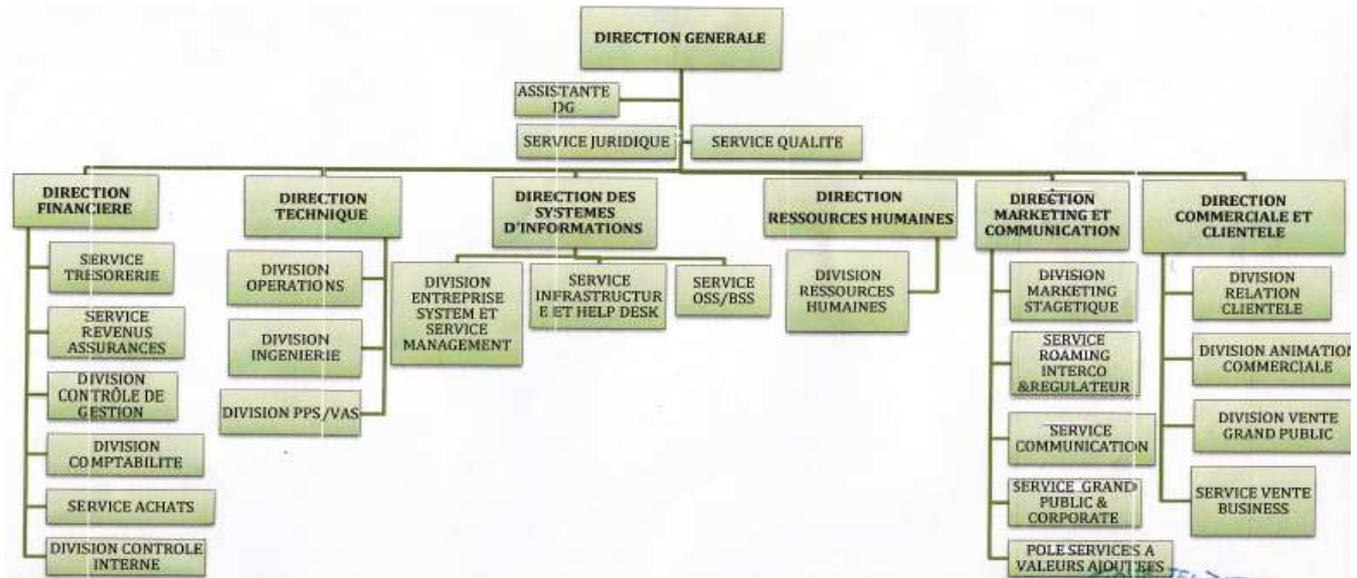


FIGURE 1: ORGANIGRAMME D'AT NIGER

Les Directions d'AT Niger telles que subdivisées dans l'organigramme ont pour fonctions :

1. Direction générale (DG) :
 - Etablissement et déploiement de la stratégie de l'entreprise
 - Pilotage de l'amélioration continue
2. Direction technique (DT) :
 - Planification et construction du réseau
 - Exploitation et maintenance du réseau
3. Direction financière (DF) :
 - Gestion de la logistique et du patrimoine
 - Gestion comptable et financière
 - Acquisition des biens et services
 - Management de revenu assurance
4. Direction ressource humaine (DRH) :
 - Gestion des ressources humaines
5. Direction des systèmes d'information (DSI) :
 - Gestion des systèmes d'information
6. Direction marketing et communication (DMC) :
 - Conception et développement des offres
 - Vente et achat de trafic de réseau aux opérateurs et partenaires
7. Direction commerciale et clientèle (DCC) :
 - Relation clientèle
 - Vente

1.5. Présentation de la Direction technique

a. Fonctions

La direction technique a pour fonctions :

- Planification et construction du réseau
- Exploitation et maintenance du réseau

1.5.1. Organigramme de la Direction Technique

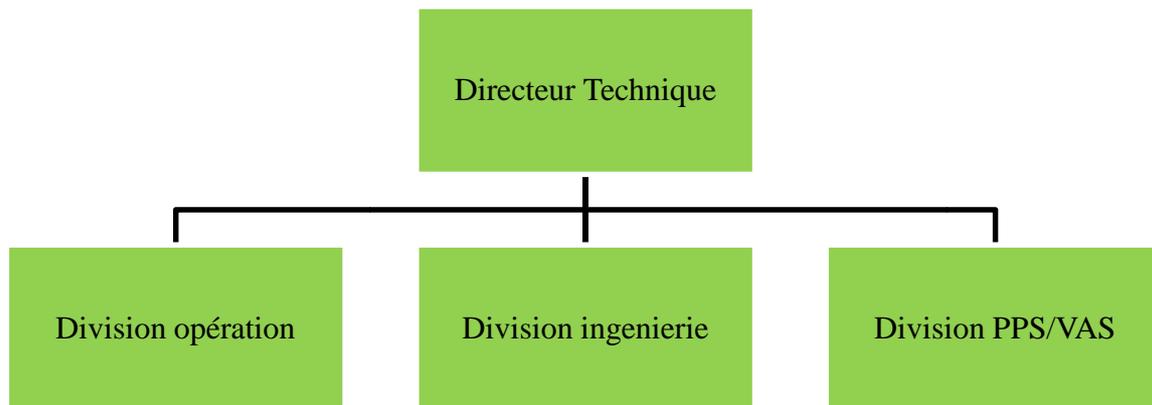


FIGURE 2 : ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION TECHNIQUE

1.5.2. Présentation de l'ingénierie

L'ingénierie est subdivisée en trois services :

- Service Planification et Optimisation radio ;
- Service QOS et Reporting ;
- Service Roll Out et Gestion du patrimoine.

1.5.2.1. Organigramme de la division ingénierie

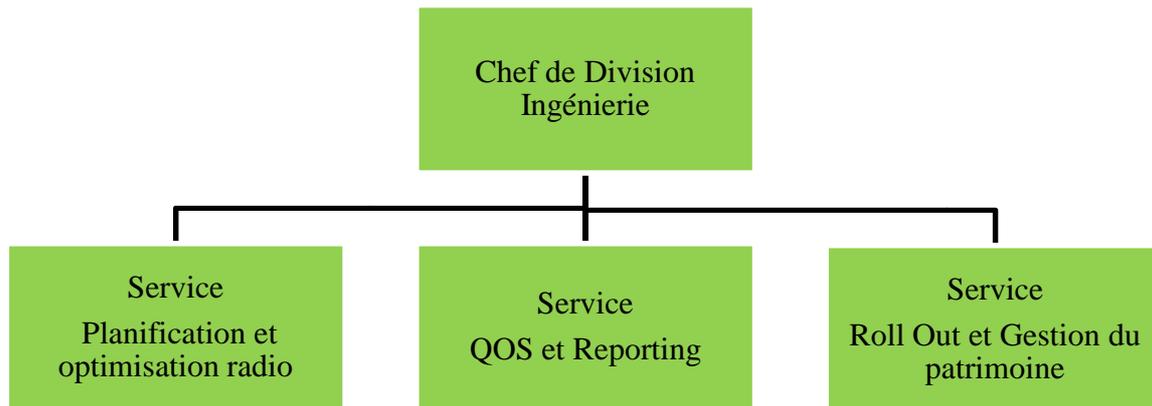


FIGURE 3 : ORGANIGRAMME DE L'INGENIERIE

1.5.2.2. Les différents services

a. Service planification et optimisation radio

Ce service a pour mission de :

- Concevoir, organiser, faire exécuter ou exécuter tous les travaux d'optimisation du réseau radio ;
- Définir le dimensionnement des différents éléments de réseau et planifier l'exécution de leur expansion.

b. Service Roll Out et gestion du patrimoine

Ce service a pour missions de :

- Coordonner et suivre les activités de déploiement du réseau ;
- Conseiller le maître d'ouvrage sur les conséquences d'incidence financières (travaux supplémentaires, prix nouveaux, décisions, avenant) ;
- Assurer la gestion administrative des sites et les relations quotidiennes avec les différents bailleurs et sous-traitants ;
- Assurer un inventaire régulier du patrimoine technique.

c. Service QOS et Reporting

Ce service a pour mission principale de :

- Assurer le monitoring des indicateurs clés du réseau ;
- Suivre les indicateurs(BSS) de performance ;
- Faire la collecte des données à partir du logiciel Business Object ;
- Traiter, Analyser et Interpréter les données ;
- Conclure et faire des recommandations ;



- Suivre les actions proposées dans les recommandations.
- Analyser le dimensionnement des différents éléments de réseau ;
- Faire la collecte des données à partir du logiciel Business Object ;
- Traiter, Analyser et Interpréter les données ;
- Conclure et transmettre aux collaborateurs ;
- Mettre en œuvre les modifications nécessaires à l'amélioration de la qualité de service ;
- Relancer les différents acteurs pour la résolution des problèmes sur le réseau ;
- Participer à l'élaboration des procédures pour les tâches de suivi qualité réseau ;
- Faire des propositions techniques qui participent à l'optimisation de la qualité du service ;
- Recenser les zones critiques du réseau ;
- Assurer l'interface avec la Direction Commerciale ;
- Organiser les réunions QOS ;
- Assurer le suivi des plaintes clients.

Conclusion

En somme, la société Atlantique Telecom Niger développe une stratégie de croissance en étendant son périmètre d'activités sur toute l'étendue du Niger.

Elle est dotée d'une organisation bien structurée qui offre à sa clientèle une gamme de variété de service tout en leur assurant une qualité de service supérieure à la moyenne. AT

Niger attache une grande importance à la communication avec le client.

C'est en développant des solutions compétitives et diversifiées que cette entité souhaite contribuer à inventer un monde plus libre en termes de communication, plus juste, plus proche et plus évolué.

MOOV, "le réseau qui vous fait bouger" comme le dit son spot publicitaire.

Tout au long de ce stage, j'ai appris beaucoup de choses à savoir le fonctionnement d'un réseau cellulaire GSM (Global System For Mobile Communication) et la vie dans une entreprise.

Chapitre 2 : Généralités sur le réseau cellulaire GSM

Le GSM est le réseau radio mobile de deuxième génération qui a été normalisé au début des années 90.

Ainsi dans ce chapitre nous allons donner de manière explicite l'architecture d'un réseau cellulaire GSM afin de mieux comprendre le fonctionnement de cette norme et le processus d'acheminement des appels.



2.1. Historique de la norme

Les grandes dates qui ont servi à l'acheminement des travaux du GSM sont :

- 1979 : La conférence administrative mondiale de la radio a décidé d'attribuer la bande 900 Mhz au service mobile terrestre en Europe.
- 1982 : La conférence européenne de poste de télécommunication (CEPT) projette l'étude d'un téléphone cellulaire européen utilisant deux bandes de fréquences comprenant 124 canaux radio (890-915 Mhz pour le sens montant et 935-960 Mhz pour le sens descendant).
- 1985 : Création du « du groupe spécial mobile » au sein de la CEPT chargé d'élaborer des recommandations en vue d'une normalisation pour un système cellulaire Pan européen de radio communication avec les mobiles.
- 1987 : Signature d'un protocole d'accord « MOU » (Memorandum of understanding) entre 13 pays européens pour la mise en place d'un système répondant à la norme GSM.
- 1991 : Mise en place par France Telecom à Genève d'un réseau de démonstration à l'occasion de l'exposition « Telecom 1991 ».
- 1992 : Premières mises en service des réseaux GSM
- 1998 : Evolution de la norme GSM offrant de nouveaux services à la clientèle en maintenant sa compétitivité face à la concurrence américaine.

2.2. Concept cellulaire

Il constitue le fondement de base des réseaux radio mobiles : la zone desservie par un opérateur est divisée en cellules alimentés à partir d'une station de base. Une cellule est la zone couverte par la station de base.

Ce concept présente une multitude d'avantage :

- L'utilisation de ce concept cellulaire permet d'ajuster les ressources radio à la demande en trafic. Le principe se traduit par des zones urbaines à forte concentration de BTS (Base Tranceiver station) couvrant de petites cellules et des zones rurales à faible concentration de BTS couvrant des cellules de grande taille.
- Ce concept présente l'intérêt de faciliter l'application du principe de réutilisation de fréquences. En effet l'opérateur téléphonique est restreint à un nombre limité de fréquence pour couvrir l'ensemble du réseau, ce qui rend nécessaire la réutilisation du spectre radio mainte fois tout en prévenant les situations d'interférence entre les ondes radio. Le réseau

parvient alors à gérer un grand nombre de communications simultanées beaucoup plus important que le nombre de fréquences disponibles.



FIGURE 4 : REPRESENTATION CELLULAIRE D'UN RESEAU

2.3. Caractéristiques d'un réseau cellulaire GSM

Les différentes caractéristiques d'un réseau cellulaire GSM sont :

- Système entièrement numérique utilisant les bandes de fréquence 900 et 1800 Mhz ;
- Usage de multiplexage temporel TDMA sur les porteuses radio (espacées de 200 KHz) ;
- 8 canaux TDMA en configuration full rate par porteuse ou 16 canaux TDMA en configuration half rate par porteuse ;
- Authentification de l'abonné (terminal mobile) pour le contrôle contre les fraudes ;
- Cryptage de la voix et transmission des données sur l'interface radio ;
- Service à faible débit de données (allant jusqu'à 9,6 octets /s) ;
- Compatibilité avec le système d'intégration numérique.

2.4. Architecture du réseau d'accès radio

Le réseau GSM est composé de trois parties : le sous-système radio (BSS), le sous-système fixe (NSS) et le sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS).

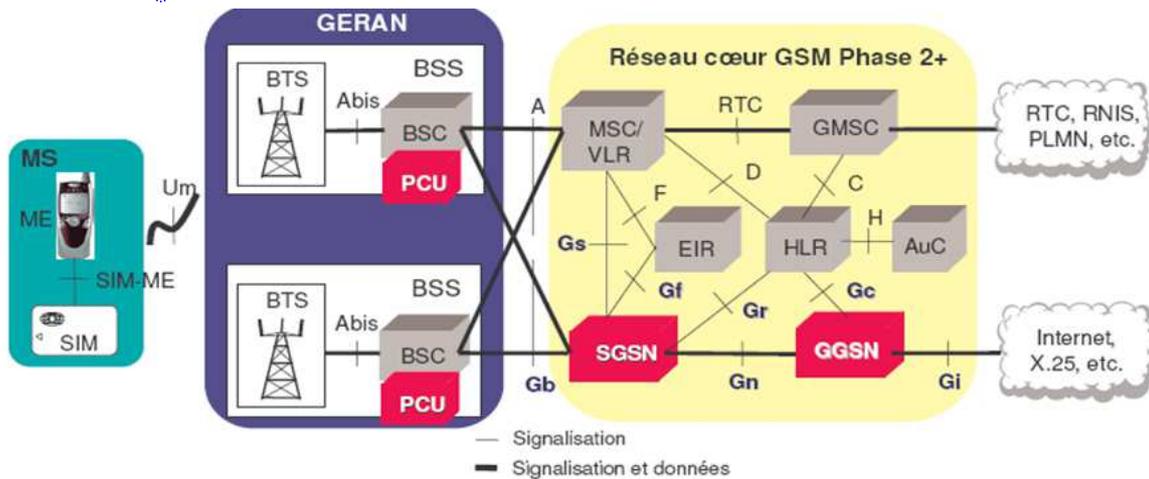


FIGURE 5 : ARCHITECTURE CANONIQUE

2.4.1. Composition matérielle du sous-système radio(BSS)

Le sous-système radio BSS est composé de deux parties : la station de base (BTS) et le contrôleur (BSC). Ces deux parties communiquent entre elle par l'intermédiaire de l'interface Abis.

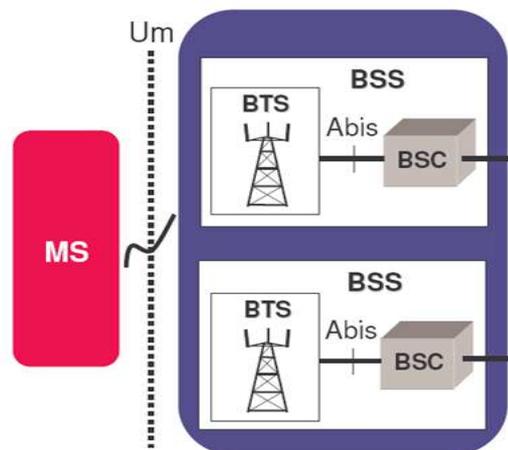


FIGURE 6 : ARCHITECTURE DU SOUS-SYSTEME RADIO

a. La station mobile MS

La station mobile désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM, qui permet d'accéder aux services de télécommunication d'un réseau cellulaire GSM. La majorité des terminaux utilisés sont de nos jours des portatifs qui acceptent des cartes micro-SIM. Afin de détecter les terminaux non agréés ou volés, chaque terminal est muni d'une identité particulière appelée IMEI. Parmi les

principaux constructeurs des mobiles on peut citer : Alcatel, Ericsson, Mitsubishi, Motorola, Nokia, Philips, Sagem et Siemens.

b. Définition et fonction de la BTS (Base Tranceiver Station)

La BTS est un ensemble d'émetteurs-récepteurs appelés TRX.

Elle a pour fonction de :

- Faire la transmission radio : modulation, démodulation, égalisation et codage d'erreur ;
- Gérer la couche physique : multiplexage TDMA, saut de fréquence lent et le chiffrement ;
- Gérer la couche liaison de données avec le BSC afin d'assurer la fiabilité du dialogue ;
- Faire les mesures de qualité des signaux reçus.

c. Définition et fonction du BSC (Base Station Controller)

Le BSC est un commutateur qui réalise la concentration des circuits vers le MSC.

Il a pour fonction de :

- Superviser une ou plusieurs BTS ;
- Gérer les ressources radio (sauts de fréquence, handovers, itinérances) ;
- Allouer les canaux radio ;
- Contrôler les puissances d'émission du mobile et de la BTS.

2.4.2. Composition matérielle du sous-système fixe ou réseau(NSS)

Le rôle principal du sous-système réseau est de gérer les communications au sein d'un réseau cellulaire GSM et avec le réseau téléphonique commuté et à pour rôle la gestion des bases de données administratives des abonnés.

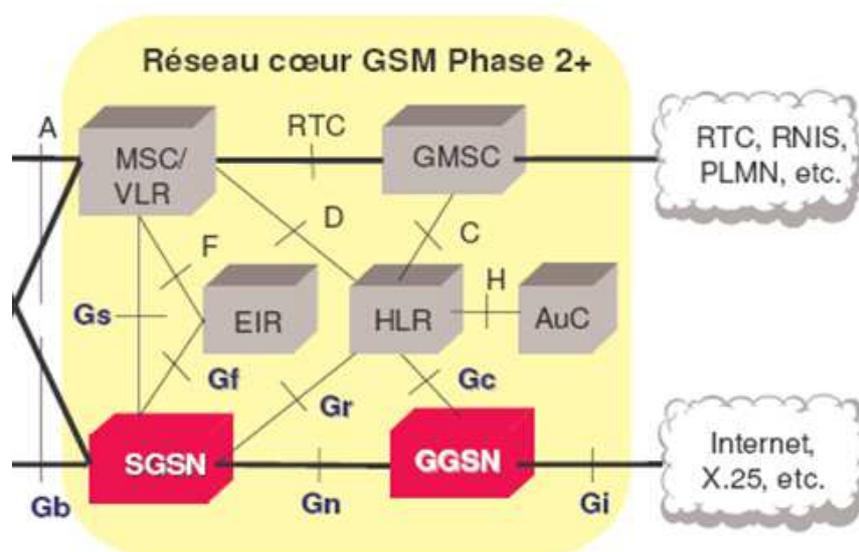


FIGURE 7 : ARCHITECTURE DU SOUS-SYSTEME RESEAU

a. Définition et fonction du MSC(Mobile Switching Center)

Le MSC est un centre de commutation des mobiles ou commutateur de service mobile.



Il a pour fonction de :

- Etablir des appels entre un mobile et un autre MSC ;
- Gérer la transmission des messages courts ;
- Authentifier l'appelant ;
- Gérer le processus de handover.

b. Définition et fonction du HLR (Home Location Register)

Le HLR est la base de données de localisation et de caractéristiques des abonnés.

Il contient toutes les informations relatives aux abonnés et a pour fonction de donner :

- L'identité internationale de l'abonné utilisée par le réseau ;
- Le numéro d'annuaire de l'abonné ;
- Le profil d'abonnement (services supplémentaires, autorisation d'appel international) ;
- La position courante de la station mobile MS.

c. Définition et fonction du VLR (Visitor Location Register)

Le VLR est la base de données qui mémorise les données d'abonnement des abonnés présent dans une zone géographique.

Il contient les informations suivantes :

- La condition du mobile(en veille, occupé, éteint) ;
- L'état des services complémentaires ;
- Les types de services auxquels l'abonné a souscrit et auxquels il a droit d'accès ;
- La location Area Identity (LAI) qui comprend la MS, faisant partie du groupe contrôlé par le MSC/VLR.

2.4.3. Composition du sous-système d'exploitation et de maintenance

a. Fonction de l'administration du réseau

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

On distingue cinq fonctions d'administration :

- L'administration commerciale (la déclaration des abonnés et des terminaux, la facturation et les statistiques) ;
- La gestion de la sécurité (la détection d'intrusions et le niveau d'habilitation) ;
- L'exploitation et la gestion des performances (l'observation du trafic et de la qualité, les changements de configuration pour s'adapter à la charge du réseau) ;



- Le contrôle de configuration du système (les mises à niveau de logiciels, les introductions de nouveaux équipements ou de nouvelles fonctionnalités) ;
- La maintenance (les détections de défauts, correction des erreurs et les tests des équipements).

Le système d'administration du réseau GSM est proche du concept TMN (Telecommunication Management Network) qui a pour objet de rationaliser l'organisation des opérations de communication, de maintenance et de définir les conditions techniques d'une supervision économique et efficace de la qualité de service.

b. Définition et fonction de l'EIR (Equipment Identity Register)

L'EIR, est une base de données annexe contenant les identités des terminaux (IMEI) autorisés à fonctionner sur un réseau ou non.

Il a contient les informations suivantes:

- Une liste blanche (mobile permis) ;
- Une liste grise (mobile à surveiller) ;
- Une liste noire (mobile non permis).

d. Fonction de l'AUC (Authentication center)

L'AUC est une base de données chargé de mémoriser pour chaque abonné une clé secrète pour authentifier les demandes de services et pour chiffrer les communications.

2.5. Présentation des différentes interfaces

Les interfaces sont utilisées entre les entités du réseau pour la transmission du trafic (Paroles ou données) et pour les informations de signalisation. Les différents types d'interfaces sont :

- L'interface radio (Um) est localisée entre la station mobile et la station de base. Elle a pour fonction le transport du trafic et des données de signalisation.
- L'interface Abis remplit la fonction de transport du trafic et des données de signalisation entre la BTS et le BSC.
- L'interface A relie le BSC et MSC. Elle a également comme fonction le transport de trafic et des données de signalisation.
- L'interface B qui relie le MSC et VLR a pour fonction de fournir les informations concernant une station mobile.
- L'interface C entre le MSC et le HLR interroge le HLR afin d'établir un appel vers sa station mobile.
- L'interface E échange des données entre deux MSC afin de garantir la continuité de la communication.
- L'interface F vérifie l'état de l'identité de l'équipement mobile entre le MSC et l'EIR.
- L'interface G fait la mise à jour de localisation entre deux VLR.



- L'interface D permet l'échange des données à la localisation d'un mobile ainsi que pour la gestion des caractéristiques de l'abonné entre le VLR et le HLR / AuC.

2.6. Classification des services

Les services GSM sont classés de la façon suivante :

- **Les services supports** : fournissent une capacité de transmission avec des caractéristiques techniques de débit, taux d'erreurs, et de transmission
- **Les télé services** : les principaux télé services offerts par le GSM sont la téléphonie, la transmission des messages courts et la transmission de télécopies.
- **Les services supplémentaires** : ils offrent un certain nombre d'amélioration aux services supports et aux télé services.

Les services supplémentaires sont : identification de numéro, renvoi d'appel, double appel, appel en conférence et interdiction d'appel.

2.7. Gestion des appels

La gestion des appels est l'une des fonctions essentielles d'un système de communication. Le but de cette fonction est de permettre l'acheminement et l'établissement des appels d'un abonné mobile vers un autre abonné, fixe ou mobile (appel sortant), ou d'un abonné fixe ou mobile, vers un abonné mobile (appel entrant). Les abonnés appelé ou appelant peuvent se trouver soit dans des réseaux différents situés éventuellement dans des pays différents.

- **Appel sortant** : l'abonné du réseau cellulaire GSM doit d'abord composer le numéro du correspondant demandé sur son terminal puis validé l'appel par une touche spécifique. Tant que l'appel n'est pas validé, le mobile est totalement muet vis-à-vis du réseau, la numérotation se fait hors ligne. Au contraire, dans le réseau téléphonique, la numérotation se fait en ligne car l'abonné est relié à son central de rattachement lorsqu'il numérote. Une fois l'appel validé, la station mobile accède au réseau pour demander un canal radio sur lequel elle peut échanger de signalisation.
- **Appel entrant** : un appel entrant est un appel d'un usager mobile ou fixe vers une MS. L'abonné mobile peut être joint à condition que son mobile soit sous tension et qu'il se trouve dans une zone de service autorisée par son abonnement n'importe où dans le réseau.

Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons eu à faire le contour du réseau cellulaire GSM en définissant la technologie GSM par ses différentes fonctionnalités et sa constitution. Nous avons également fait ressortir que le concept cellulaire constitue le fondement de base des réseaux radio mobiles.



Le GSM est une norme numérique qui continue à évoluer, offrant de nouveaux services à la clientèle.

Chapitre 3 : Déploiement cellulaire et dimensionnement de l'interface radio GSM

La planification cellulaire est l'une des étapes les plus importantes pour le déploiement d'un réseau cellulaire GSM. Il s'agit d'une collecte des informations utiles et nécessaires) à la mise en œuvre d'un réseau tout en garantissant une utilisation efficace des ressources et en maintenant une qualité de service acceptable.



La planification se préoccupe de l'état actuel ainsi que l'évolution d'un réseau cellulaire en permettant son extension en termes de couverture et de capacité.

En communication radio-mobile, l'interface radio est l'interface la plus importante du système car elle influence largement la qualité de service offert aux utilisateurs.

La chaîne de transmission radio permet de relier un utilisateur mobile au réseau. Pour transmettre la parole, le contrôleur de station de base (BSC) est l'élément le plus important pour l'allocation des canaux TCH qui transportent les données utilisateurs.

Ainsi, nous démontrerons tout au long de ce chapitre que le dimensionnement d'un système cellulaire repose sur l'allocation du nombre de canaux TCH à disponibilité en vue de prendre le trafic généré par les abonnés ou utilisateurs mobile dans une zone bien définie ou délimitée.

3.1. Principe de base

Le déploiement d'un réseau cellulaire nécessite l'utilisation maximale et efficace des ressources pour la mise en place des sites sous deux types de contraintes qui sont la couverture radio et le trafic.

Le principe de base est le suivant :

- La recherche de la position géographique du site en tenant compte de la couverture et du trafic ;
- La vérification de l'accessibilité au site avec comme objectif de s'assurer que le site est bien localisé afin de faciliter les opérations d'aménagement et de maintenance ;
- La déclaration des directions des antennes, la définition de la hauteur des pylônes à construire ;
- le type des antennes à installer ;



- La définition du type de BTS à installer ainsi que des accessoires tels que les supports, les câbles et les connecteurs ;
- Le choix des objectifs de couverture pour l'orientation des antennes.

Dans le cas d'une collocation, l'opérateur doit s'assurer que les hauteurs disponibles sur le pylône existant correspondent bien aux besoins exprimés afin d'assurer la couverture des objectifs visés.

3.2. Problématique de la planification cellulaire

La planification cellulaire consiste à définir la couverture et la capacité d'un réseau cellulaire GSM. Etant donné les caractéristiques de l'environnement à couvrir, les abonnés à desservir et la bande de fréquences allouées, les objectifs de la planification cellulaire sont :

- Minimiser le coût de l'infrastructure radio et réseau en fonction de la couverture radio à apporter ;
- Réduire la taille des cellules, le plan des fréquences ainsi que la topologie du réseau tout en respectant les contraintes de qualité de service.

3.3. Les antennes et leurs caractéristiques

Une antenne, appelée aussi « aérien » assure la transition entre le guide d'ondes et l'espace libre dans lequel ces ondes vont se propager.

Les principales caractéristiques d'une antenne sont :

- La bande de fréquence de fonctionnement ;
- L'impédance (en général 50 ohm) ;
- La puissance maximale admissible ;
- Le gain ;
- Le diagramme de rayonnement qui correspond a une surface dans l'espace.

3.3.1. Antennes en émission

a. Antennes des terminales GSM

Les antennes des mobiles et des portatifs sont généralement des dipôles de longueur d'onde $\lambda/4$ appelés antennes $\lambda/4$ d'onde. Ce type d'antenne repose sur l'hypothèse que la surface de support (sol, ou toit d'une voiture) est conductrice et qu'elle réfléchit des ondes. Les antennes sont omnidirectionnelles dans le plan horizontal.

b. Antennes des stations de base GSM



Plusieurs types d'antennes de station de base sont disponibles suivant l'environnement à couvrir :

- Les antennes omnidirectionnelles sont montés en extérieur et principalement destinées aux zones rurales ;
- Les antennes cylindriques omnidirectionnelles en forme de cylindre sont montés en intérieur ;
- Les antennes directionnelles en forme de panneaux sont installés en extérieur sur des mâts et utilisées pour couvrir les zones urbaines et aussi rurales ;
- Les antennes directionnelles panneaux sont montés en intérieur ou en extérieur ;

Notons que les toutes antennes omnidirectionnelles offre un gain en variant entre 2 dBi et 11 dBi tandis que les directionnelles présentent un gain pouvant aller jusqu'à 18 dBi.

3.3.2. Antenne en réception

Les antennes en réception sont des points d'entrée du signal. Ces antennes recueillent l'énergie d'une onde électromagnétique pour alimenter une ligne aboutissant au récepteur.

3.4. Type des modèles de propagation

a. Calibration de modèles de propagation

La calibration est une procédure primordiale lors de la planification d'un réseau mobile. Elle consiste à l'adaptation du modèle à la réalité du terrain.

Les étapes à suivre sont les suivantes :

- Identification des zones à étudier (urbaine, suburbaine et rurale) ;
- Validation du spectre ;
- Définition de l'environnement ;
- Définition des sites et des parcours de mesures ;
- Réalisation des mesures ;
- Traitement préliminaire des mesures.

b. Modèles macro cellulaires

Nous distinguons trois types de modèles macro cellulaire qui sont :

- Le modèle d'Okumura-Hata est la formule de prédiction de propagation la plus utilisée au niveau des outils empirique qui a été définie en fonction des mesures réalisées par Hata dans les environs de Tokyo. La formule d'Okumura-Hata s'applique entre 150 et 1000 Mhz en milieux urbain, suburbain, et rural également pour des distances supérieures à 1 km.
- Le modèle de Cost 231-Hata est utilisé pour des cellules de grandes tailles (rayon supérieur ou égal à 1 km) et surtout pour une antenne de station de base située au-dessus des niveaux des toits. Ce modèle s'applique aux fréquences comprises entre 1500 et 2000 Mhz en milieu urbain et suburbain.



- Le modèle deWalhish-Ikegami est semblable à celui d'Okumura-Hata, mais celui-ci s'applique pour des distances supérieures à 20 m. Il tient en compte de la largeur des rues, la hauteur des immeubles ainsi que des angles des rues par rapport au trajet.

c. Modèle micro cellulaires

Ce modèle s'applique en milieu urbain. L'antenne de la station de base est située au niveau des toits. Le mobile doit être en visibilité avec la station de base.

d. Modèle hexagonal classique

Dans ce modèle de propagation une cellule est considérée comme un cercle. L'objectif est de couvrir la zone par un ensemble de cellules. Une cellule est approximée par un hexagone qui est le plus proche du cercle qui permet de paver le plan.

e. Propagation à l'intérieur des bâtiments

La nature des murs (briques ou en bétons armés) a un impact considérable sur la propagation à l'intérieur des bâtiments. La pénétration d'une onde n'est pas possible lorsque l'épaisseur de l'obstacle est supérieure à la longueur d'onde.

Les 1800 Mhz sont moins performants que les 900 Mhz d'où la nécessité de canaliser le signal. L'effet guide d'onde est donc plus important à 1800 Mhz qu'à 900 Mhz et peut avoir tendance à favoriser la propagation à l'intérieur d'un bâtiment.

3.5. Aspect pratique de la planification cellulaire

a. Prévision de couverture

En termes de prévision de couverture l'opérateur doit tout d'abord choisir les sites sur lesquels il va placer les stations de base. Ce choix se fait en fonction des prévisions de propagation et aussi des contraintes administratives ou autres (disponibilités d'espace et d'achat des équipements).

b. Définition du seuil de couverture

L'opérateur doit vérifier à partir des modèles de propagations que les zones sur lesquelles il veut offrir les services sont couvertes avec une qualité suffisante. Le seuil de couverture est défini en de la fonction de qualité de services à offrir. Ce seuil doit intégrer plusieurs marges, en zone urbaine, une marge due à la réutilisation des fréquences, et à l'effet de masque.

c. Bilan de liaison équilibré



L'opérateur peut déterminer la couverture obtenue en fonction de la puissance des émetteurs. L'équilibrage de la liaison consiste à conformer la qualité perçue par les deux intervenants lors d'une communication.

d. Outils de planification réseau

Chaque opérateur utilise des outils selon ses moyens et ses besoins. Ces outils ont pour caractéristiques de simuler des prévisions de couverture avant l'implantation des sites. Les outils de planification les plus utilisés :ASSET ;MAP INFO ;ATOLL.

3.6. Mécanisme d'influence sur la capacité radio GSM

a. Saut de fréquence

Le saut de fréquence consiste pour un émetteur de changer régulièrement de fréquence. Ce mécanisme de saut de fréquence offre deux principaux avantages : la diversité en fréquences et la diversité des brouilleurs.

b. Contrôle de puissance

Ce mécanisme consiste à ajuster la puissance requise par cet émetteur tout en conservant la qualité de la communication. La puissance d'émission des stations de bases est paramétrable car les cellules dans un réseau cellulaire sont de taille variée.

c. Transmission discontinue

La transmission discontinue consiste à diminuer l'énergie émise sur la voix radio pendant les silences radio parce qu'il est rare que deux intervenants parlent en même temps au cours d'une communication.

3.7. Présentation des canaux logiques

3.7.1. Transmission sur l'interface radio GSM

L'interface radio assure le lien entre le mobile et le réseau. Pour assurer cette liaison un système radio a besoin d'une bande de fréquences. Les réseaux GSM utilisent les bandes comprises entre 890-915 Mhz pour le canal montant et 935-960 Mhz pour le canal descendant.

- canaux montants : communication qui va des mobiles vers la station de base.
- canaux descendants : communication qui va de la station de base vers les mobiles.

L'interface radio met en œuvre deux techniques d'accès multiples TDMA et FDMA pour partager la bande de fréquence allouée.

La technique FDMA (Frequency Division Multiple Access) divise les deux plages de fréquences (en lien montant et lien descendant) en 124 voies de communication duplex en parallèle.

La technique TDMA (Time Division Multiple Access) reprend cette division en fréquence mais chaque intervalle de fréquence est divisé en 8 intervalles différents appelés slots.

Lors de l'établissement d'une communication, une fréquence est allouée à l'utilisateur selon le FDMA et de même qu'un slot selon le TDMA.

On peut donc avoir huit (8) communications simultanément sur une même fréquence.

3.7.2. Canaux physiques

Les canaux physiques permettent de transporter les données utilisateurs en gardant les mêmes propriétés.

Il existe deux types de canaux physiques :

- **Canal physique simplex** : constitué de la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière.
- **Canal physique duplex** : correspond à deux canaux physiques simplex et à la ressource radio qu'il faut utiliser pour supporter une communication téléphonique.

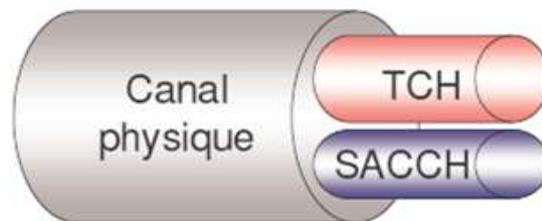


FIGURE 8 : REPRESENTATION D'UN CANAL PHYSIQUE

3.7.3. Classification des canaux logiques

On distingue deux grandes classes de canaux logiques : les canaux dédiés et les canaux non dédiés :

- **Un canal logique dédié** fournit une ressource réservée à un mobile. Celui-ci se voit attribuer dans une structure de multitrame une paire de slots (un en émission et un en réception) dans lequel il est seul à transmettre et à recevoir. Dans la même cellule, aucun mobile ne peut transmettre ni recevoir dans le même slot à la même fréquence. Les canaux dédiés sont duplex.
- **Un canal logique non dédié** est simplex et partagé par un ensemble de mobiles. Dans un sens descendant, cela signifie que les données sont diffusées et que plusieurs mobiles sont à l'écoute du canal si, bien sûr, la cellule est suffisamment chargée. Ces données peuvent

concerner le système dans son ensemble ou bien des mobiles qui doivent être réveillés (appel entrant) et qui ne disposent pas encore de canaux dédiés. Dans le sens montant, la fonction remplie par un canal non dédié est la fonction d'accès multiple.

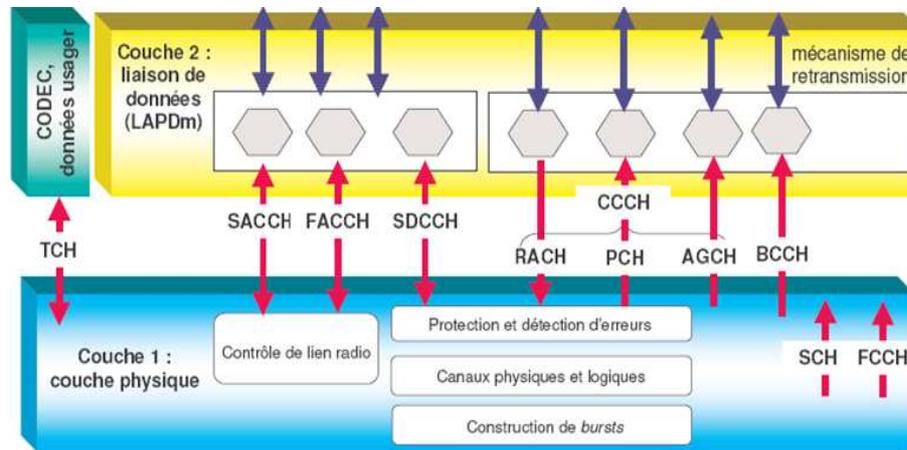


FIGURE 9 : REPRÉSENTATION DES CANAUX LOGIQUES

Dans la norme GSM, une classification plus fine des canaux logiques est faite suivant l'intérêt général ou particulier de la fonction que supporte le canal.

3.7.3.1. Canaux dédiés

- **TCH** (Trafic Channel) est un canal dédié trafic. Il transporte les données utilisateurs.
- **SDCCH** (Stand-aloneDedicated Control Channel) ou canaux de signalisation, qui véhicule la signalisation relative à l'établissement d'un appel. Il transporte également les messages courts (SMS) lorsque le mobile n'est pas en court de communication.
- Le **SACCH** (Slow Associated Control Channel), accompagne toujours un canal TCH ou un canal SDDCH pour le transport de la signalisation à bas débit destinée à contrôler la transmission du canal dédié. Il a pour fonction de :
 - Contrôler la puissance d'émission du mobile
 - Contrôler la qualité du lien radio
 - Rapatrier des mesures effectuées sur les stations voisines
 - Indiquer les valeurs de compensation temporelle
- **FACCH** (FastAssociated Control Channel), c'est un canal de signalisation rapide associé à un canal de trafic. Il est également utilisé pour l'exécution des handovers.

3.7.3.2. Canaux non dédiés

a. Canaux balises

- **FCCH** (Frequency Correction Channel), diffuse un signal régulier. C'est une sinusoïde pure permettant aux mobiles de se synchroniser en fréquences.



- Le canal **SCH**(Synchronisation Channel) a pour rôle de fournir aux mobiles tous les éléments nécessaires à une synchronisation complète. Il contient en outre les informations permettant d'identifier une cellule grâce au code de couleur qui permettent aux mobiles de reconnaître la station de base sur laquelle l'appel est émis (BSIC).

b. Canaux de contrôle commun

- Le canal **RACH**(Random Access Channel) est utilisé par les mobiles pour demander l'accès au réseau. La procédure d'accès est du type ALOHA (protocole d'accès sur un canal où la station de base émet un message de façon aléatoire sans se préoccuper de l'état du canal).
- Le canal **AGCH** (Access Grant Channel) est utilisé par le réseau pour envoyer au mobile un message d'allocation du canal dédié.
- Le **PCH** (Paging Channel) est utilisé pour initier une communication du réseau vers le mobile. Le réseau ne connaissant pas précisément la position du mobile, doit diffuser l'appel dans un ensemble de zone de localisation. Le mobile concerné répond en faisant une demande d'accès au réseau via le canal RACH.
- Le canal **BCCH**(Broadcast Control Channel) est un canal qui diffuse au mobile les informations de la cellule.
- Le canal **CBCH** (CellBroadcastChannel) est un canal réservé pour diffuser aux utilisateurs présents dans une cellule des informations spécifiques telles que les informations routières ou de météo.

3.8. Dimensionnement de l'interface radio GSM

a. Processus de dimensionnement d'une zone orientée Trafic

Le processus à suivre pour le dimensionnement d'une zone orientée trafic est schématisé ci-dessous :

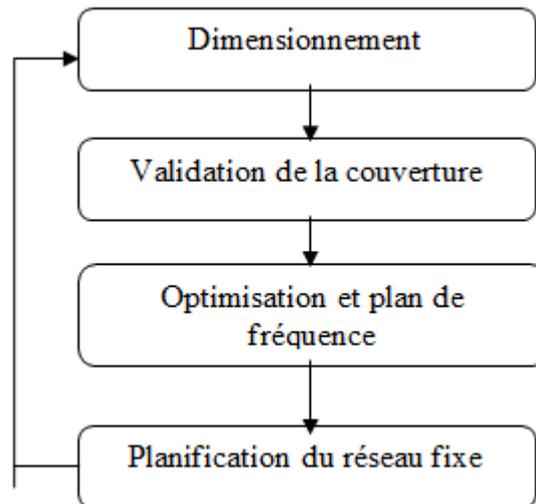


FIGURE 10 : PROCESSUS DE DIMENSIONNEMENT D'UNE ZONE ORIENTEE TRAFIC

a. Processus de dimensionnement d'une zone orientée couverture

Le processus à suivre pour le dimensionnement d'une zone orientée trafic est schématisé ci-dessous :

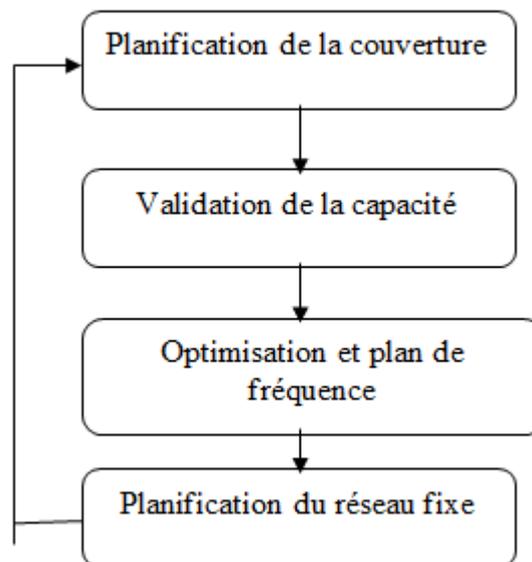


FIGURE 11 : PROCESSUS DE DIMENSIONNEMENT D'UNE ZONE ORIENTEE COUVERTURE

b. Processus de dimensionnement d'un réseau de type TDMA/FDMA

Le dimensionnement d'un réseau de type TDMA/FDMA (GSM) suit les étapes suivantes :

- établissement des modèles de mobilité et de trafic de la zone concernée ;
- équipements nécessaires ;
- plan et caractéristiques des sites ;
- plan de fréquence ;
- interconnexion entre la BTS et le BSC ;
- interconnexion entre le BSC et le MSC ;
- interconnexion avec les autres opérateurs cellulaires.



3.9. Loïs d'ERLANG

3.9.1. Définition et principes de base

L'Erlang est une unité de mesure de trafic étant défini comme le taux d'occupation d'un canal.

Les tables d'Erlang permettent de déterminer un facteur parmi les trois suivant :

- le nombre de canaux de trafic
- le trafic en (Erlang)
- le taux de blocage

a. Loi d'ERLANG B

La loi d'Erlang B permet de procéder au dimensionnement en termes de trafic et à déterminer le taux de blocage.

b. Notion d'heure de pointe

L'heure de pointe est la période de la journée pendant laquelle le trafic est le plus important. Elle est définie comme étant l'heure la plus chargée de la journée.

Cette dernière est un facteur très important dans le dimensionnement.

c. Modèle de trafic et de mobilité

Ces modèles ont pour fonctions de:

- reproduire le comportement des abonnés dans le réseau (en termes de trafic et de mobilités) ;
- réaliser les tâches telles que le dimensionnement et l'optimisation de la capacité ;
- prédire ou extrapoler l'augmentation de la charge du réseau en fonction de l'augmentation du nombre d'abonnés, de l'ouverture de nouvelles services ou de nouvelles zones.

3.9.2. Dimensionnement des canaux de signalisation

a. Dimensionnement des canaux SDCCH

Pour dimensionner les canaux SDCCH les paramètres suivants sont pris en compte :

- Le nombre de TRX par cellule ;
- Le trafic moyen par abonné ;
- Le nombre d'appels par abonnés à l'heure de pointe ;



- La mise à jour de la localisation périodique ;
- Le taux de blocage admissible sur les canaux de trafic ;
- Le nombre de sms reçu et émis par abonné à l'heure de pointe ;
- Le temps d'occupation d'un canal SDCCH ;

b. Dimensionnement des canaux AGCH

Les paramètres qui entre en jeu dans le dimensionnement des canaux AGCH sont :

- Le nombre moyen d'abonné par cellule ;
- Le taux de sms par abonné ;
- Le taux d'appels entrant et sortant par abonné ;
- Le taux de mise de localisation par abonné ;
- Le nombre de blocs AGCH utilisés par allocation de canal dédié.

c. Dimensionnement des canaux PCH

Les paramètres à déterminer pour le dimensionnement des canaux PCH sont :

- Le taux d'appels entrants par abonné ;
- Le nombre de blocs PCH utilisé par paging ;
- Le nombre de cellules dans la zone de localisation ;
- Le taux de sms par abonné ;
- Le nombre de messages paging émis par appel entrant.

3.9.3. Dimensionnement des canaux TCH

Pour dimensionner les canaux de trafic d'une zone à desservir, les paramètres suivants sont pris en compte :

- Le nombre d'abonnés par km^2 ;
- La superficie ;
- La durée moyenne d'une communication ;
- Le taux d'appels entrants et sortants par abonnés à l'heure de pointe ;
- Le taux de blocage admissible sur les canaux de trafic ;
- Les parts de marché de l'opérateur.



Conclusion

La planification d'un réseau cellulaire GSM est une étape nécessaire à la mise en place d'un réseau fonctionnel et efficace.

Une bonne planification se traduira par une bonne qualité dans la communication ainsi qu'une meilleure couverture réseau.

Il est nécessaire de faire un choix rigoureux lors de l'acquisition des équipements à installer.

L'utilisation des outils de planification cellulaires guide la recherche des sites. Ces outils utilisent des modèles numériques de terrains et des modèles de propagation.

Tout au long de ce chapitre nous avons fait ressortir que la liaison entre le mobile et le réseau est assurée par l'interface radio qui est la partie la plus complexe et sophistiquée du réseau.

Egalement parmi les facteurs énumérés lors du dimensionnement d'un réseau, nous avons montré que l'heure de pointe est un facteur très important parce que c'est à cette heure que le réseau prend plus de trafic. De même nous avons fait ressortir que les différents canaux mis en œuvre qui jouent un rôle important dans le transport des données utilisateurs de trafic ainsi que de la signalisation.



Chapitre 4 : Analyse par les indicateurs des différents dysfonctionnements au sein d'un réseau cellulaire GSM

L'entrée en exploitation d'un réseau cellulaire intervient après la phase de déploiement et de l'ouverture commerciale. L'opérateur commence un nouveau cycle qui consiste à observer la qualité de service et à optimiser le réseau pour améliorer sa performance dans les zones où cela est nécessaire d'une part et pour augmenter l'efficacité du réseau du point de vue trafic et capacité. Cette qualité de service est suivie grâce à l'analyse des indicateurs par qui permettent la localisation des anomalies dans le réseau et par suite l'identification des causes de ces problèmes afin d'apporter des actions correctives appropriées.

4.1. Notion de la qualité de service

4.1.1. Qualité de service

La qualité de service est définie comme étant un « Effet global produit par la performance d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur du service ». La qualité de service est évaluée du point de vue des consommateurs et constitue une réalité puisque c'est un facteur important qui détermine la réussite ou l'échec du service.

4.1.2. Supervision de la qualité de service

La supervision de la qualité de service dans un réseau cellulaire nécessite certaines mesures effectuées à différents niveaux du réseau pour dégager les valeurs des indicateurs.

La comparaison de ces indicateurs avec les paramètres seuil permettent d'analyser et de détecter les problèmes de qualité de service au niveau du réseau.

Trois types d'informations sont pris en compte dans la supervision de la qualité de service :

- Drive test : c'est des mesures réalisées sur le terrain. Le relevé des mesures est utilisé pour identifier et résoudre les problèmes radio et réseau rencontrés sur l'interface radio (Um).
- Indicateurs de performance : ils permettent l'évaluation d'un réseau cellulaire. Leur analyse permet le suivi de la qualité de service.



- Plaintes des usagers : les plaintes des abonnés sont des aspects très importants qui doivent être pris en compte par l'opérateur pour le suivi de la qualité de service. Les abonnés expriment à travers leurs plaintes leur degré de satisfaction des services.

4.2. Sources d'information sur la qualité de service

4.2.1. Compteurs

Les compteurs se situent au niveau des différents nœuds et permettent l'activation et la remontée des statistiques à l'OSS. Ainsi, tous les indicateurs de qualité émanent des données enregistrées par les compteurs.

On distingue deux types de compteurs : **les compteurs du sous-système radio BSS** et **les compteurs du sous-système réseau NSS**.

a. Compteurs BSS

Les compteurs du sous-système radio BSS se situent au niveau du BSC. Ils permettent le calcul des indicateurs de qualité de service au niveau radio.

Les caractéristiques des compteurs BSS sont de :

- Surveiller la qualité du sous-système radio BSS
- S'incrémenter lors de l'apparition d'un événement spécifique au niveau radio

b. Compteurs NSS

Les compteurs du sous-système réseau NSS se situent au niveau du MSC, MGW et CGM. Ils permettent le calcul des indicateurs de qualité de service au niveau core (NSS).

Les caractéristiques des compteurs NSS sont :

- Surveiller la qualité du sous-système réseau NSS
- S'incrémenter lors de l'apparition d'un événement spécifique core.

4.2.2. Principaux Indicateurs de performance

4.2.2.1 Définitions et Interprétation

Un indicateur de performance (KPI : Key Performance Indicator) est une valeur permettant d'évaluer la performance d'un système. Cette valeur est obtenue à partir de plusieurs mesures brutes relevées au niveau des différentes interfaces reliant les éléments des sous-systèmes radio (BSS) et réseau (NSS).

Ces indicateurs seront par la suite analysés pour détecter et identifier les éventuels problèmes, réaliser des statistiques au niveau du système, évaluer la qualité, la performance et la capacité du réseau.

Chaque indicateur possède un seuil défini par l'opérateur, une valeur qu'il ne doit pas dépasser et au-delà de cette valeur définie, la qualité de service est dégradée.



a. Call set up success rate (CSSR)

Le CSSR est définie comme étant le taux de succès d'établissement d'appel au niveau radio. Cette valeur est obtenue en divisant le nombre total de signalisation réussi par le nombre total de demande des canaux de signalisation.

$$CSSR(\%) = (1 - SDCCH \text{ drop rate}) \cdot (1 - TCH \text{ assignment failure rate}) \cdot 100$$

b. TCH drop rate

Le call drop rate est par définition la coupure d'une communication. Sa valeur est obtenue en divisant le nombre total des appels initiés rejetés par le nombre total de demande des appels initiés.

$$TCH \text{ drop rate}(\%) = \frac{(\text{Number of TCH call drop} + \text{Number of TCH during very early assignment}) \cdot 100}{\text{Number of successful TCH seizure}}$$

c. Call success rate (CSR)

Le CSR est définie comme étant le taux des appels réussis. On l'obtient en divisant le nombre total des appels réussis de l'initiation jusqu'à la fin des appels par le nombre total des appels.

$$CSR(\%) = CSSR \cdot (1 - TCH \text{ drop rate}) \cdot 100$$

d. TCH congestion rate

La congestion TCH est due à un manque de canaux de trafic. On l'obtient en divisant le nombre de demande de canaux TCH rejetés suite à un manque de ressource par le nombre total de demande des canaux de trafic.

$$TCH \text{ congestion rate}(\%) = \frac{\text{failed seizures due to busy TCH} \cdot 100}{\text{TCH seizures requests}}$$

e. SDCCH drop rate

Le SDCCH drop est le taux de coupure de signalisation.



On l'obtient en divisant le nombre de canaux de signalisation initiés mais rejetés par le nombre total de demande des canaux de signalisation.

$$SDCCHdroprate(\%) = \frac{\text{Call drops on SDCCH} \cdot 100}{\text{Successful SDCCH seizures} + \text{successful seizures in the signaling channel handover}}$$

f. SDCCH congestion rate

La congestion SDCCH est par définition le taux de saturation d'une cellule. Cette valeur est obtenue en divisant le nombre de canaux de signalisation rejeté suite à un manque de ressource par le nombre total de demande des canaux de signalisation.

$$SDCCH\ congestion\ rate(\%) = \frac{\text{Failed SDCCH seizures due to busy SDCCH} \cdot 100}{\text{Total for the SDCCH}}$$

g. Handoversuccess rate (HOSR)

Le handover est par définition le taux de réussite de passage d'une cellule à une autre avec maintien de la communication.

On l'obtient en divisant le nombre total de handover réussi par le nombre total de demande de handover.

$$HOSR(\%) = \frac{\text{Successful handover} \cdot 100}{\text{Handover requests}}$$

4.3. Causes de dysfonctionnements pour chaque indicateur

- **CSSR** : c'est un indicateur de qualité qui permet d'évaluer la performance d'un réseau cellulaire. Il traduit le taux de réussite des appels initiés. Si cet indicateur est trop faible, les abonnés ne sont pas susceptibles d'initier des appels avec succès.

Les principales causes qui dégradent le CSSR sont :

- Insuffisance de capacité (incohérence entre le dimensionnement des ressources et le trafic) ;
 - Interférences ;
 - Problèmes de couverture ;
 - Problèmes de paramétrage ou de configuration.
- **TCH drop rate**: il traduit le taux de coupure des communications. Ces coupures de communication sont désagréables pour l'abonné.

Les principales causes sont :

- Mauvaise couverture (trou de couverture ou zone de couverture insuffisante) ;



- Interférences élevées ayant entraîné l'impossibilité de maintenir les liens de signalisation et ou de trafic ;
 - Problèmes de handover ;
 - Mauvaise configuration radio ;
 - Défaillances matérielle ;
 - Problèmes de transmission.
-
- **CSR** : cet indicateur reflète la réussite des appels dès de l'initiation à la terminaison normale de la communication. Si le CSR présente un taux trop faible, les abonnés ne sont pas susceptibles de faire des appels avec succès.

Les principales causes qui dégradent le CSR sont :

- Mauvaise qualité de transmission ;
 - Mauvaise couverture ;
 - Interférence ;
 - Mauvaise configuration radio (listes des cellules voisines incomplètes par exemple).
-
- **SDCCH congestion rate** : il traduit le taux de saturation d'une cellule en termes de signalisation. Si le taux de cet indicateur est élevé, les abonnés ont du mal à initier des appels.

Les principales causes d'une congestion SDCCH sont :

- Défauts sur les équipements ;
 - Insuffisances des ressources de signalisation ;
 - Mauvaise configuration des équipements ;
 - Problème d'interférence.
-
- **SDCCH drop rate** : il traduit le taux de coupure de signalisation. Si le taux est élevé, les abonnés doivent tenter plusieurs fois avant d'obtenir une ressource pour communiquer. Il reflète l'état de saisie des canaux de signalisation.

Les principales causes des coupures de signalisation sont :

- Défaillance matérielle ;
- Transmission (mauvaise qualité) ;
- Mauvaise couverture (bâtiments densément repartis et murs épais) ;
- Mauvais chevauchement entre les antennes de deux sites.



- **TCH congestion rate** : il reflète le taux de saturation des canaux de trafic. Si le taux est élevé, les abonnés auront du mal à obtenir un canal de trafic pour transmettre les données utilisateurs. Les facteurs influençant le taux de congestion TCH sont :
 - Problème de capacité du réseau ;
 - Défauts survenus au cours de l'installation des équipements ;
 - Mauvaise transmission ;
 - Problème dans la configuration de handover ;
 - Problèmes de dimensionnement de la partie radio.

- **Handover** : il traduit le taux de réussite de passage d'une cellule à une autre avec le maintien de la communication. Si ce taux est faible, les abonnés se sont susceptibles de se déplacer au cours d'une communication. Les principales causes sont :
 - Mauvaise configuration des cellules voisines ;
 - Problème d'interférence ;
 - Taux élevé de SDCCH congestion rate, TCH congestion, TCH drop rate ou SDCCH drop rate.

4.4. Cas d'ATLANTIQUE TELECOM NIGER

4.4.1. Seuil défini pour chaque indicateur

Dans l'objectif d'apporter à ses abonnés un niveau de qualité de service supérieur à la moyenne, Atlantique Telecom Niger a défini un seuil pour chaque indicateur de performance.

Les différents seuils définis sont les suivants :

Indicateurs	Seuils définis
SDCCH congestion rate	< 0.5%
SDCCH drop rate	< 1%
TCH congestion rate	< 1%



TCH drop rate	< 1%
HOSR	> 98%
CSSR	> 98%
CSR	> 97%

TABLEAU 1: SEUILS DEFINI POUR CHAQUE INDICATEUR DE PERFORMANCE

4.4.2 Analyse des dysfonctionnements et méthode de résolution

A Atlantique Telecom Niger, la qualité de service est suivie chaque jour. Les indicateurs de performance sont pris chaque matin à partir du logiciel Business Object(BO). Une fois ces indicateurs pris, une analyse minutieuse est faite dans le but de répertorier les différents dysfonctionnements sur les différentes cellules au sein d'un réseau cellulaire afin d'apporter des corrections adéquates.

Ainsi, à la date du 23 Mai 2013, nous avons pris des statistiques du 22 Mai 2013 et avons opéré à une analyse.

Les statistiques prises sur le système sont les suivantes :

Indicateurs de performance	Valeurs des indicateurs sur le système	Comparaison avec les seuils définis
SDCCH congestion rate	1%	>0.5%
SDCCH drop rate	1.29%	>1%
TCH congestion rate	0.21%	<1%
TCH drop rate	1.89%	>1%
HOSR	96.77	<98%
CSSR	98.20%	>98%
CSR	96.34%	<97%

TABLEAU 2 : VALEURS DES INDICATEURS DE PERFORMANCE SUR LE SYSTEME

a. SDCCH congestion rate

Nous sommes en présence d'un cas défavorable. Pour l'analyse nous avons :

- Recherché des cellules critiques
- Détecté les instabilités
- Vérifié le trafic SDCCH



L'analyse à montrer d'une part que le trafic SDCCH était élevé, pour y remédier nous avons procédé au redimensionnement des canaux SDCCH.

D'autre part les nombreuses coupures d'électricité ont entraîné l'instabilité des canaux de signalisation, pour y remédier nous avons entrepris des actions sur les features qui sont des logiciels, activés sur le BSC permettant d'améliorer la qualité des cellules. En effet à l'aide du logiciel ACLC (Adaptive Configuration LogicalChannels) nous avons convertit les canaux TCH en canaux SDCCH.

b. SDCCH drop rate

Le taux de coupures de signalisation (SDCCH drop) est au-dessus du seuil, c'est un cas défavorable. Pour l'analyse nous avons :

- Recherché des cellules critiques
- Recherché des raisons des coupures. Nous avons constaté que les coupures avaient pour causes :
 - Un faible niveau du signal
 - Un timing advance (délais de propagation aller-retour du signal) élevé. Si ce temps est élevé, évanouissement du signal au niveau de la BTS.
 - Affaiblissement brusque du signal (problème d'interférence et de transmission)
 - Instabilités liées à l'alimentation des équipements

Par la suite l'analyse avait montré que le paramètre timing advance était élevé par rapport à celui incrémenter sur le système, ce qui à entrainer l'évanouissement du signal au niveau de la BTS, pour ce faire nous avons augmenté ce paramètre tout en respectant sa borne supérieur. Pour pallier aux instabilités d'énergie, nous avons relevé la nécessité d'installé des groupes électrogènes sur les sites.

c. TCH congestion rate

Le taux de congestion TCH est en dessous du seuil, nous sommes en présence d'un cas favorable. Bien qu'on ait une congestion TCH en dessous du seuil, nous avons répertorié quelques cellules critiques qui nécessitaient une investigation. Ainsi nous avons constaté après l'analyse que



certaines canaux TCH de ces cellules critiques étaient bloqués, après nous avons procéder au déblocage de ces canaux.

d. TCH drop rate

Le taux de coupures de communication (TCH drop) est au-dessus du seuil, c'est un cas défavorable. Pour l'analyse nous avons :

- Recherché des cellules critiques
- Recherché des raisons des coupures. Nous avons constaté que les coupures avaient pour causes :
 - Un faible niveau du signal
 - Un timing advance (délais de propagation aller-retour du signal) élevé. Si ce temps est élevé, évanouissement du signal au niveau de la BTS.
 - Affaiblissement brusque du signal (problème d'interférence et de transmission)
 - Instabilités liées à l'alimentation des équipements

Par la suite l'analyse avait montré que le paramètre timing advance était élevé par rapport à celui incrémenter sur le système, ce qui à entrainer l'évanouissement du signal au niveau de la BTS, pour ce faire nous avons augmenté ce paramètre tout en respectant sa borne supérieur. Pour pallier aux instabilités d'énergie, nous avons relevé la nécessité d'installé des groupes électrogènes sur les sites.

e. HOSR

Le taux de HOSR est inférieur au seuil, c'est un cas défavorable. Pour l'analyse nous avons :

- Recherché des cellules critiques
- Vérifié de la configuration des cellules voisines (adjacence)
- Vérifié la liste des cellules voisines
- Vérifié les relations entre les cellules
- Recherché parmi les cellules voisines de la cellule critique, celles qui présentent un taux élevé de SDCCH congestion, SDCCH drop, CDR, et TCH drop.

L'analyse avait montré que les cellules voisines étaient mal configurées. Pour ce faire nous avons soumis un WorkOrder (ordre de travail) au service opération afin de procéder à la reconfiguration des cellules.

f. CSSR



Le CSSR est au-dessus du seuil, nous sommes en présence d'un cas favorable. On l'obtient en fonction du TCH drop et SDCCH drop, d'où l'amélioration de sa valeur passe par la résolution des problèmes de ces deux indicateurs mentionnés ci-dessus.

g. CSR

Le CSR est au-dessus du seuil, nous sommes en présence d'un cas défavorable. Sa valeur est obtenue en fonction du CSSR et du TCH drop rate par suite, l'amélioration de cette valeur passe par la résolution des problèmes de ces deux indicateurs mentionnés ci-dessus.

4.5. Les outils de performance utilisés à AT NIGER

Les outils de performance utilisés à AT Niger sont :

Type d'équipements	Utilisation
BO (Business Object)	Extraction des indicateurs de performance
ZK	Relevé des mesures réseau sur le terrain
TEMS	Relevé des mesures réseau sur le terrain
Gladiator	Analyse des mesures récoltées
Boussole	Mesure des angles
GPS	Localisation de la zone d'implantation du site

TABLEAU 3: OUTILS DE PERFORMANCE UTILISES A AT NIGER

4.6. Tâches effectuées au sein de la société AT NIGER

Lors de mon séjour j'ai eu à visiter les trois services de l'ingénierie qui sont :

- Service Planification et Optimisation radio ;
- Service QOS et Reporting ;
- Service Roll Out et Gestion du patrimoine.

a. Tâches effectuées au sein du service planification et optimisation

- Drive test : ce sont des mesures que nous avons réalisé sur le terrain. Cette technique d'analyse permet la récupération d'une trace de mesure faite par le mobile à différents instants. Ceci est utile pour l'investigation de l'environnement radio. Il consiste à embarquer sur une voiture les équipements suivants :
 - Un MS : un mobile de test équipé d'un logiciel spécial. Il est appelé généralement Mobile à Trace ;
 - Un système de localisation GPS (Global Positionner System): utilisé pour la localisation exacte de la position où on désire faire l'étude de l'environnement radio ;



- Un PC portable : permet d'automatiser l'acquisition et le stockage des données. Tout le long du trajet, le MS fait des mesures instantanées. Les données sont présentées en temps réel et seront stockées dans des fichiers et récupérés pour analyse.

b. Tâches effectuées au sein du service QOS et Reporting

- Nous avons tout d'abord pris tout au long de ce stage, des statistiques (indicateurs de performance) chaque matin à partir du logiciel Business Object. Ces indicateurs nous renseignent sur la performance et l'état des cellules d'un réseau et du réseau. Les indicateurs de performance récoltés et analysés sont les suivants:
 - Le SDCCH congestion rate : taux de saturation d'une cellule ;
 - Le SDCCH drop rate : taux de coupure de signalisation ;
 - Le TCH congestion rate : taux qui traduit le manque des canaux de trafic ;
 - Le TCH drop rate : taux de coupure des communications ;
 - Le CSSR : taux de réussite d'établissement des appels ;
 - Le CSR : taux des appels réussis ;
 - Le HOSR : taux de réussite de passage d'une cellule à une autre d'un mobile sans interruption de la communication.
- Puis nous avons procédé à une analyse des différents dysfonctionnements récoltés en vue d'apporter des solutions et actions correctives.

c. Tâches effectuées au sein du service Roll Out et Gestion du patrimoine

Les activités auxquelles j'ai assisté sont :

- Le Survey : c'est une pré-étude réalisée dans le cadre du déploiement de réseau GSM.

Cette visite est l'étape qui permet ou non de valider d'un point de vue radio la position ou sera implanté le site. Le Survey du site a consisté à :

- Déterminer la position géographique du site en tenant compte des exigences de l'étude commerciale (Couverture et Trafic) ;
- Vérifier l'accessibilité au site, c'est-à-dire s'assurer que le site est accessible facilement (présence de route menant au site) ou si la position du site ne se trouve pas dans un ravin ou un tank d'eau ;
- Vérifier la disponibilité de l'énergie commerciale (NIGELEC) afin de prévoir des sources d'énergie supplémentaires ;



- Définir les zones stratégiques afin de déclarer les Azimuts (direction des antennes) ;
- Déterminer le type de transmission pour le raccordement du site au BSC.

Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons explicité la qualité de service, en insistant sur les indicateurs de performance et les paramètres logiques qui permettent de décider sur l'état de la performance du réseau.

En effet dans la phase d'analyse de la performance du réseau et de la détection des anomalies, une comparaison entre les différents indicateurs et les paramètres seuil (fixés par l'opérateur) est faite. Ces seuils représentent les seuils de la qualité de service acceptable.

En plus de l'analyse des indicateurs de performance, il faut qu'il y ait une collaboration entre les différentes entités et les personnes impliquées dans la chaîne de l'amélioration de la qualité de service partant de l'analyse, à la planification et à l'implémentation.

De ce fait, il ressort que, la meilleure analyse passe par une bonne maîtrise des outils de performance ainsi que celle des indicateurs.

CONCLUSION GENERALE

Ces dernières années, la radiotéléphonie mobile connaît un développement sans précédent dans l'histoire des télécommunications.

L'explosion de la demande incite les opérateurs à déployer des réseaux mobiles de plus en plus performants pour satisfaire la demande des consommateurs. Ainsi, le nombre d'utilisateurs sans cesse croissant a rendu urgent la nécessité d'assurer une bonne qualité de couverture. Lors du déploiement de tels réseaux, il a fallu mettre au point des modèles performants capables de prédire les zones à couvrir.

Dans ce projet nous avons procédé à l'analyse des différents dysfonctionnements rencontrés sur l'interface radio et nous avons fourni quelques pistes de solutions correctives en vue de l'amélioration de la qualité de service.

A travers le fait, nous avons compris que par ses caractéristiques et ses services, le réseau cellulaire GSM mérite bien son qualificatif de système global et vivant. Le GSM offre à ses abonnés la possibilité de communiquer librement sans les contraintes inhérentes au réseau fixe. Sa mobilité radio offre en supplément la possibilité de se déplacer au cours d'une communication.

Nous pouvons ressortir que, la planification cellulaire d'un réseau constitue une étape primordiale pour la mise en place d'un réseau cellulaire. Ainsi, pour bien planifier un réseau les opérateurs doivent se baser sur les caractéristiques de l'environnement à couvrir et des abonnés à desservir, tout en minimisant le nombre de sites radio à installer, et en privilégiant la qualité de service.

Nous avons noté que le dimensionnement d'un réseau cellulaire GSM est une opération qui se fait au début du cycle de vie du réseau. Tout opérateur doit déterminer le volume d'équipements, de logiciels, de capacités à acquérir et à déployer dans le but de fournir les services mobiles avec la qualité définie.

En effet, la qualité de service dans un réseau cellulaire GSM est l'effet global produit par la qualité de fonctionnement des équipements installés. Ainsi, pour le maintien de la qualité des communications il s'avère donc obligatoire et important pour les opérateurs d'assurer le bon fonctionnement des équipements et d'être à l'écoute des plaintes des usagers mobile. Les opérateurs doivent ainsi avoir recours à plusieurs opérations de mesure dans le cadre d'analyser l'état du réseau, afin de découvrir ses défaillances et dysfonctionnements, et de proposer des solutions alternatives aux divers problèmes recensés. La qualité de service est donc un point très délicat qui conditionne fortement le succès de l'opérateur.



GLOSSAIRE

Burst :

Elément d'information transmis dans un slot.

Brouilleurs :

Ce sont des équipements qui permettent de rompre le signal entre le mobile et l'antenne la plus proche. Ils sont installés dans des lieux où le calme est nécessaire par exemple les mosquées, les temples, les hôpitaux, et les entreprises.

Cellule :

Zone couverte par les rayonnements d'une cellule.

Fading :

Chute du niveau du signal

FDMA :

Cette technique alloue des fractions de la bande passante à chaque communication

Fréquence :

Elle désigne en général la mesure du nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de temps; C'est-à-dire le nombre de fois qu'un phénomène temporel régulier se reproduit identique à lui-même par intervalle de temps donné

FH: FrequencyHopping.

Saut de fréquence lent, Processus par lequel l'émetteur et le récepteur changent de fréquence à chaque nouvelle trame TDMA (217 fois par seconde). Il est mis en œuvre afin d'obtenir une diversité de fréquences et de brouilleurs permettant de calibrer le système sur un cas moyen plutôt que le pire. C'est lorsque le mobile est à l'arrêt ou à faible allure que le hopping apporte toute son efficacité.

HandOver:

Mécanisme grâce auquel le mobile peut transférer sa communication d'une BTS à une autre. Le HandOver est toujours à l'initiative du réseau.

Interférence :

Les interférences sont des brouillages ayant pour origine les émissions de signaux dans la même bande ou proche de celle du système.

Isotrope :

Qui a les mêmes propriétés physiques dans toutes les directions.

LAI: Location Area Identification.

Identification d'une zone de localisation dans le monde.

Multiplexage :

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission. Elle permet de partager une même ressource entre plusieurs utilisateurs. Il existe deux techniques principales de multiplexage : temporelle et fréquentielle.

Porteuse:

Fréquence sur laquelle est transmis un signal modulé.

Les porteuses GSM sont espacées de 200 KHz.

Slot:

Intervalle de temps qui peut accueillir un burst. Une Trame TDMA est composée de 8 slots. Un slot a une durée de 0,5769 ms. les slots sont numérotés par un indice TN allant de 0 à 7.

Timing Advance(TA) :



Mécanisme consistant, pour le mobile à anticiper l'émission du burst pour qu'il soit reçu par la BTS à l'intérieur d'un slot,

compte tenu du délai de propagation. Valeur comprise entre 0 et 63.

Un TA a une valeur de 3,69 ms soit 554 mètres environ, l'anticipation maximum étant de 233 μ s, cela représente une distance max. de 35 Km.

TDMA: Time Division Multiple Access

Une Trame permet l'accès à différents utilisateurs afin de partager une bande de fréquences. Une trame TDMA est composée de 8 slots numérotés de 0 à 7, pouvant recevoir 8 communications simultanément.

TRX:

Matériel d'émission-réception permettant de gérer une paire de fréquence.



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE





BIBLIOGRAPHIE

- [1] Xavier Lagrange, "Les réseaux radio mobiles", IC2 (Information-Commande-Communication), Edition Hermès, Paris, Mai 2000.
- [2] Sami Tabbane, "Réseaux Mobiles", Edition Hermès, Paris, 1997.
- [3] Sami Tabbane, "Réseaux cellulaires", cours INDP3 Ingénieries de réseaux cellulaires, 2006.
- [4] Sami Tabbane, "Planification et dimensionnement du réseau mobile", cours INDP3, 2006
- [5] Mohamed Tahar MISSAOUI, " Ingénieries de réseaux cellulaires ", cours INDP3, 2006.
- [6] Séminaire de Formation, Sup'Com-Cifode'Com, "Ingénierie radio GSM/GPRS 2003 et évolution vers le 3G", Janvier 2003.
- [7] <http://www.gpspassion.com/>
- [8] [http://www.widermind.com/courses/gsm cell/](http://www.widermind.com/courses/gsm%20cell/)
- [9] <http://www.sagem.com>
- [10] <http://www.vbfrance.com>