

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderahmane MIRA - BEJAIA -
Faculté de Technologie
Département Génie Electrique



جامعة بجاية
Tasdawit n'Bgayet
Université de Béjaïa

Mémoire de Fin d'études

Présenté par

KHELFAOUI Sofiane

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Recherche

Filière : Electronique
Spécialité : Télécommunication

Thème

**Etude du redéploiement de redondance dans le
réseau Wataniya Telecom**

DEVANT LE JURY:

M. H. BELLAHCENE
M. F. TAFININE
M. TOUNSI
N. MAYOUT

EXAMINATEUR
PRESIDENT
PROMOTEUR
CO-PROMOTEUR

UAMB
UAMB
UAMB
WTA

2011-2012

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer mes sincères remerciements à l'équipe de Wataniya Telecom Algérie qui m'ont permis et aider à mener à bien mon projet.

Je remercie aussi mes encadreurs Mr.MAYOUT ainsi que Dr.TOUNSI pour m'avoir encadré et conseillé tout au long de mon projet.

Je remercie aussi les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en évaluant mon modeste travail.

Je tiens à remercier particulièrement les enseignants de mon université Abderrahmane Mira pour tout ce qu'ils m'ont transmis, pour leur effort et leurs disponibilités durant ma formation.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

DEDICACES

A mes très chers parents

Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour : Les mots me manquent pour vous exprimer toute ma reconnaissance et ma fierté. Puissiez-vous trouver ici le témoignage de ma gratitude et mon profond amour. Que dieu vous préserve et vous prête longue vie.

A mes frères&ma sœur

J'espère avoir atteint le seuil de vos espérances. Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordés .Je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez et de brillants avenir.

A mes oncles et ma famille

Que je ne pourrais nommer de peur d'en oublier, je vous exprime ici mon attachement et mon affection les plus sincères.

A mes ami(e) s

A tous ceux qui ont su m'apporter aide et soutien dans les moments difficiles, je vous dédie ce travail, avec ma grande reconnaissance et mes sentiments les plus chaleureux.

Table des Matières

<i>Introduction générale</i>	1
------------------------------------	---

Chapitre I-INTRODUCTION AU RESEAU GSM

<i>I.1 Introduction</i>	3
<i>I.2 Architecture du réseau GSM</i>	3
<i>I.2.1 Les entités de base d'un réseau GSM</i>	3
<i>I.2.1.1 La station de base BTS (Base Transceiver Station)</i>	3
<i>I.2.1.2 Le contrôleur de station de base BSC (Base station Controller)</i>	4
<i>I.2.1.3 Le commutateur de service mobile MSC (Mobile Switching center)</i>	4
<i>I.2.1.4 Le registre des abonnés locaux HLR (Home location Register)</i>	5
<i>I.2.1.5 Le registre des abonnés visiteurs VLR (Visitor Location Register)</i>	6
<i>I.2.1.6 Le centre d'opération et de maintenance OMC (Operation and Maintenance Center)</i> ..	6
<i>I.2.1.7 Le registre d'identification d'équipement EIR (Equipment Identity Register)</i>	7
<i>I.2.1.8 Le centre d'authentification AUC (Authentication center)</i>	7
<i>I.2.1.9 Le commutateur d'entrée de service mobile GMSC (Gateway MSC)</i>	5
<i>I.2.2 Les interfaces du réseau GSM</i>	7
<i>I.3 caractéristiques de l'interface radio</i>	8
<i>I.3.1 Structures temporelles du système GSM</i>	9
<i>I.3.2 Canaux logiques du système GSM</i>	9
<i>I.4 Gestion de la mobilité dans le GSM</i>	12
<i>I.4.1 Mécanismes de gestion de l'interface radio</i>	12
<i>I.4.1.1 Mécanisme de saut de fréquence (frequency hopping)</i>	12
<i>I.4.1.2 La transmission discontinue (DTX)</i>	12
<i>I.4.1.3 Le modèle bicouche</i>	12
<i>I.4.2 Procédures de gestion de la mobilité</i>	13
<i>1.4.2.1 Identification de la zone de localisation LAI (Location Area Identification)</i>	13
<i>I.4.2.2 Processus de sélection /résélection</i>	14
<i>I.4.2.3 Procédure du handover</i>	15
<i>I.4.2.3.1 Définition du handover</i>	15
<i>I.4.3.3.2 Procédure du handover</i>	16
<i>I.5 Conclusion</i>	17

Chapitre II- EVOLUTION DU CŒUR DU RESEAU DE TELEPHONIE MOBILE DE WATANIYA TELECOM

II.1 Introduction	18
II.2 La Release 99	18
II.2.1 Architecture de la Release 99	19
II.2.2 Le commutateur de service mobile MSC (Mobile Switching Center)	20
II.3 Evolution vers une structure NGN	20
II.3.1 Le concept NGN (Next Generation Network)	20
II.3.2 Caractéristiques d'un réseau NGN	20
II.3.3 Architecture NGN	21
II.3.4 NGN Téléphonie	21
II.4 Evolution vers la Release 4	21
II.4.1 La migration du MSC au MSC server (MSS)	22
II.4.2 Changement apporté au niveau matériel et software	23
II.4.3 Comparaison entre la Release 99 et la Release 4	23
II.4.4 La séparation de la signalisation de la voix dans la R4	24
II.4.4.1 La signalisation	24
II.4.4.2 Le système de signalisation 7(SS7).....	25
II.4.4.3 Signalisation basée sur IP.....	25
II.4.4.4 Voix sur IP (VOIP).....	25
II.5 La 3 rd generation partnership project release 4 (la 3GPP Release 4)	25
II.5.1 Introduction	25
II.5.2 Principe	26
II.5.2.1 Plan de contrôle (Control plane).....	26
II.5.2.2 Plan usager (User plane)	26
II.5.3 Avantages de la 3GPP Release 4.....	27
II.5.4 Architecture	28
II.5.4.1 La Media GateWay (MGW)	28
II.5.4.1.a Fonctionnalités	28
II.5.4.1.b Architecture de la MGW.....	29
II.5.4.2 Le MSC Server (MSS).....	30

II.5.4.2 .a L'architecture	30
II.5.4.3 Les interfaces	30
II.5.4.4 Les protocoles de signalisations	32
II.6 Conclusion	32

Chapitre III- LES TECHNIQUES DE FIABILISATION DU RESEAU DE WATANIYA

III.1 Introduction	33
III .2 Techniques de fiabilisation du réseau Wataniya	33
III.2.1 La technique de redondance	33
III.2.2 La technique du « Hot standby routing Protocol (HSRP) »	34
III.2.3 La technique du MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol).....	34
III.2.3.1 Le protocole STP (Spanning Tree Protocol)	34
III.2.3.2 Le protocole MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol).....	34
III .2.4 Le protocole MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol)	35
III.2.5 La configuration du lien Etherchannel	35
III.3 La solution de recouvrement « MSS Pooling »	35
III.3.1 Les concepts du MSS Pool	36
III.3.1.1 MSS Pool et MSS Pool area	36
III.3.1.2 Contrôleurs RNC/BSC en dehors du MSS Pool area	36
III.3.1.3 L'identifiant TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity).....	37
III.3.1.4 L'identifiant NRI (Network Resource Identifier).....	37
III.3.1.5 Null-NRI	38
III.3.1.6 Non-broadcast LAI	38
III.3.1.7 Virtual MGW.....	38
III.3.1.8 L'interface ISU (Interface Signalling Unit).....	38
III.3.1.9 PRN (Provide Roaming Number)	38
III.3.1.10 NAS	38
III.3.1.11 NNSF (NAS Node Selection Function).....	38
III.3.1.12 MSS (MSC server)	39
III.3.2 Les Principes techniques du MSSPool	39
III.3.2.1 Équilibrage de la charge	39

III.3.2.2 Handover	40
III .3.2.3 Tolérance envers désastre	40
III.3.2.4 Gestion de la pagination.....	41
III.3.3 Fonctionnement du pooling dans les situations de désastre	42
III.3.3.1 Défaillance d'un MSS	42
III.3.3.2 Congestion d'un VLR	43
III.4 Conclusion	44

Chapitre IV- planification du MSS Pool dans le réseau de Wataniya Telecom

IV.1 Introduction.....	45
IV.2 Réseau actuel de Wataniya	45
IV.2.1 Architecture	45
IV.2.2 Caractéristiques des équipements	46
IV.2.3 Comportement du réseau.....	46
IV.3 Conception de Pool	48
IV.3.1 Incidence sur l'architecture	48
IV.3.1.1 Le nombre de Pools	48
IV.3.1.1 .1 Un seul pool couvrant tout le psys /réseau	49
IV.3.1.1.2 Plusieurs Pools couvrant tout le pays /réseau	50
IV.3.1.2 Choix de la partie accès (RAN) dépendante ou indépendante.....	51
IV.3.1.3 Architecture avec le Pool	52
IV.3.2 Incidences sur le Hardware	54
IV.3.2.1 Planification de la capacité du VLR	54
IV.3.2.2 Planification de la MGW	54
IV.3.2.3 Planification du NRI	56
IV.3.2.4 Planification du CGR (groupe de circuits).....	57
IV.3.3 Incidence sur le Software	58
IV.4 Réseau futur de Wataniya avec un seul Pool.....	59
IV.4.1 Architecture avec un seul Pool	59
IV.4.2 la résilience du réseau.....	59
IV.4.3 Caractéristique des équipements	60

<i>IV.5 Conclusion</i>	60
<i>Conclusion générale</i>	61

Listes de figures

Chapitre I-INTRODUCTION AU RESEAU GSM

Figure I-1 -Architecture du réseau GSM1.....	1
Figure I-2-Interfaces du réseau GSM.....	6
Figure I-3 -Les structures des trames GSM.....	7
Figure I- 4-Saut de fréquence.....	10
Figure I-5-Le modèle bicouche.....	11
Figure I-6-Aire de service et zone de localisation.....	11
Figure I-7-format du LAI.....	12

Chapitre II - EVOLUTION DU CŒUR DU RESEAU DE TELEPHONIE MOBILE DE WATANIYA TELECOM

Figure II-1-schéma synoptique d'un réseau de téléphonie mobile.....	16
Figure II-2-Architecture globale de la release 99(R99).....	17
Figure II-3-Architecture globale du R4	20
Figure II-4-Migration du MSC au MSC server.....	21
Figure II-5-la voix et la signalisation empruntent des chemins différents.....	22
Figure II-6-principe de la séparation du plan de contrôle et du plan utilisateur	24
Figure II-7-Indépendance de la MSS et des MGW	25
Figure II-8-Relation entre le MSC server (MSS) et la Media Gateway virtuelle (MGW virtuelle).....	25
Figure II-9-Architecture fonctionnelle du R4.....	26
Figure II-10-Fonctionnalités de la MGW	28
Figure II-11-Les différentes unités constituant la MGW.....	27
Figure II-12-Architecture fonctionnelle de la MSS.....	28
Figure II-13-Interface PLMN.....	29
Figure II-14-Interface SIGTRAN.....	30

Chapitre III - LES TECHNIQUES DE FIABILISATION DU RESEAU DE WATANIYA

Figure III-1-Fonctionnement du Protocole SCTP multi-cibles.....	33
Figure III-2-MSS Pool et MSS Pool area.....	34
Figure III-3 -RNC/BSC en dehors du MSS Pool area.....	35
Figure III-4-Structure du TMSI.....	35
Figure III-5-Équilibrage de la charge.....	38
Figure III-6-Échec d'un MSC dans le MSC Pool.....	39
Figure III-7-MSC indisponible avant le Pooling.....	40
Figure III-8-MSS indisponible après le Pooling	40
Figure III-9-ajout de la capacité des VLR dans les zones urbaines pendant la journée.....	41
Figure III-10-Ajout de la capacité des VLR dans les zones rurales pendant la nuit.....	41
Figure III-11-Partage de la capacité des VLRs entre les abonnés du Pool pendant la journée.....	42
Figure III-12-Partage de la capacité des VLR entre les abonnés du Pool pendant la nuit.....	42

Chapitre IV-planification du MSS Pool dans le réseau de Wataniya Telecom

Figure IV-1-Architecture du réseau (plan contrôle).....	43
Figure IV-2-Architecture du réseau (plan usager).....	44
Figure IV-3-traffic en Erlang des MSS du réseau.....	45
Figure IV-4-nombre d'abonnés des VLRs du réseau.....	45
Figure IV-5-organigramme synoptique de conception	46
Figure IV-6-un seul Pool couvrant tous le réseau.....	48
Figure IV-7-plusieurs Pool dans un réseau.....	49
Figure IV-8-RAN dépendantes et indépendantes.....	50
Figure IV-9-Architecture du réseau (plan contrôle).....	51
Figure IV-10-Architecture du réseau (plan usager)	51
Figure IV-11-division de la MGW en 6 vMGWs.....	53
Figure IV-12-longueur du NRI dans le TMSI.....	54
Figure IV-13-l'interface A sans le Pooling.....	55
Figure IV-14-partage des CGR sur les MSS.....	56
Figure IV-15-Architecture avec le Pool.....	57

Liste des tableaux

Chapitre I - INTRODUCTION AU RESEAU GSM

<i>Tableau I-1 -Caractéristiques de la norme GSM.....</i>	<i>6</i>
<i>Tableau I-2-les canaux logiques du réseau GSM.....</i>	<i>9</i>

Chapitre IV-planification du MSS Pool dans le réseau de Wataniya Telecom

<i>Tableau IV-1-caractéristique des équipements.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau IV-2-capacité de chaque VLR après le Pool.....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau IV-3-tableau du NRI planifié.....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau IV-4-caractéristique des équipements.....</i>	<i>58</i>

Glossaire

GLOSSAIRE

A

ATM :Asynchronous Transfer Mode

B

BSS:Base Station Sub-System

BSC: Base Station Controller

BICC:Bearer Independent Call Control

C

CN:Core Network

CS:Circuit Switched

CGR :Circuits of Group

D

DCS:Digital Cellular Telecommunications System

E

EIR:Equipment Identity Register

Erl:Erlang

F

FDMA:Frequency Division Multiple Access

G

GSM:Global System for Mobile

GMSC:Gateway MSC

GPRS:General Packet Radio Service

GGSN Gateway:GPRS Support Node

H

HLR:Home Location Register

HSRP:Hot Standby router Protocol

I

ISDN:Integrated Services Digital Network

ISUP:Integrated Services Digital Network User Part

IP:Internet Protocol

IMSI:International Mobile Subscriber Identity

IMEI:International Mobile Equipment Identity

ISU: Interface Signalling Unit

J

K

L

LA:Location Area

LAI:Location Area Identification

LAC:Location Area Code

LAN:Local Area Network

M

MS:Mobile Station

MSC:Mobile Switching Center

MSISDN:Mobile Station ISDN Number

MSS:Mobile Switching Center Server

MGW:Media Gateway

MAP:Mobile Application Part

MEGACO/H.248 :Media Gateway Control Protocol

MAC:Media Access Control address

MSTP:Multiple Spanning Tree

N

NGN:Next Generation Network

NSS:Network Sub-System

NRI:Network Resource Identifier

NNSF:NAS Node Selection Function

O

OSS:Operation Sub-system

OMC:Operations and Maintenance Centre

OMC-R:Operations and Maintenance Centre Radio

OMC-S:Operations and Maintenance Centre Switching

P

PS:Packet Switched

PSTN!Public Switched Telephony Network

PBX:Private Automatic Branch eXchange

PLMN:Public Land Mobile Network

PRN:Provide Roaming Number

Q

R

RAN :Radio Access Network

RTC :Réseau Téléphonique commuté

RNC :Radio Network Controller

RNIS :Réseau Numérique à Intégration de Service

S

SGSN:Serving GPRS Support Node

STP:Spanning Tree Protocol

SS7:Signaling System 7

SIGTRAN:Signaling Transport

SCTP:Stream Control Transmission Protocol

T

TMSI:Temporary Mobile Subscriber Identity

TDM:Time Division Multiplexing

TDMA:Time Division Multiple Access

U

UMTS:Universal Mobile Telecommunication System

UE:User Equipment

V

VLR:Visitor Location Register

VRRP:Virtual Router Redundancy Protocol

VLAN:Virtual Local Area Network

VMGW:Virtual MGW

W

X

Y

Z

3GPP:3rd Generation Partnership Project

INTRODUCTION GENERALE

Le développement exponentiel de la téléphonie mobile en Algérie, conjugué à la demande de plus en plus exigeante en service de la part des utilisateurs, font que les opérateurs téléphoniques installés en Algérie ont redoublé d'efforts.

Pour éviter de se faire distancer, ils adoptent des stratégies de communication de plus en plus agressives, et se lancent dans des investissements soutenu pour diversifier et améliorer leurs offres.

Ainsi Wataniya Telecom-Nedjma s'est engagée à faire évoluer son réseau GSM. Elle a confié ce projet à Nokia Siemens Network pour faire migrer la partie cœur vers la 3 GPP Release 4 (R4). Cette dernière permet l'accélération du déploiement de services de téléphonie mobile de nouvelle génération pour les clients et abonnés Nedjma, tout en réduisant les coûts et en améliorant les avantages compétitifs sur le marché.

La Release 4 qui permet une optimisation des services est considérée comme la base technologique des réseaux 3G.

Après une première phase de déploiement de son réseau à l'échelle nationale, WTA ambitionne actuellement à maintenir en fonction continu ses services tout en recherchant les meilleures solutions de recouvrement en cas de pertes ou de désastres.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre présente étude. Le but de notre travail est justement d'entrevoir une solution technologique de redéploiement du réseau dans de pareilles situations. Pour bien comprendre une telle solution, nous avons organisé notre mémoire comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous présenterons l'infrastructure du réseau GSM et ses principales caractéristiques ;
- Dans le second chapitre, nous décrirons la partie cœur du réseau ainsi que certains aspects de son évolution vers la Release (R4) ;
- Dans le 3^{eme} chapitre, nous présenterons différents dispositif de fiabilisation du réseau dont la technologie MSS Pooling ;
- Dans le 4^{eme} chapitre, nous déroulerons les différentes étapes de planification du MSS Pooling dans le domaine de commutation de circuits.

- Nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives à la solution MSS Pooling dans le domaine de commutations de paquets (PS).

La bibliographie utilisée est présentée à la fin du mémoire.

Chapitre I - INTRODUCTION AU RESEAU GSM

Chapitre I - INTRODUCTION AU RESEAU GSM

I.1 INTRODUCTION

Ce chapitre, est consacré à une présentation générale du réseau GSM, en insistant sur son infrastructure, ses interfaces, la structure de ses trames, ses canaux logiques, ses procédures de gestion de mobilité ainsi que quelques mécanismes de gestion de l'interface radio.

I.2 ARCHITECTURE DU RESEAU GSM

Un réseau de radiotéléphonie à pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau téléphonique commuté RTC. Il s'interface avec le RTC et comprend des commutateurs. Il est caractérisé par un accès très spécifique: la liaison radio. Enfin, comme tout réseau, il doit offrir à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance.

L'architecture de base du système GSM comprend, quatre sous-systèmes principaux (cf.fig I-1) dont chacun dispose d'un certain nombre d'unités fonctionnelles et est connecté à l'autre à travers des interfaces standard qui seront décrites ultérieurement. Les principaux sous-systèmes du réseau GSM sont [1] :

- La station mobile MS
- Le sous-système radio BSS
- Le sous-système réseau NSS
- Le sous-système d'exploitation OSS

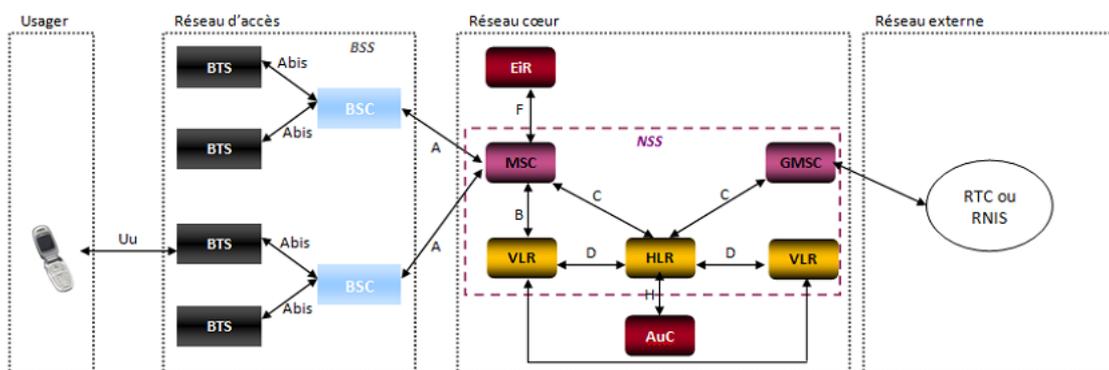


Figure I-1 - Architecture du réseau GSM.

I.2.1 Les entites de base d'un reseau GSM

I.2.1.1 La station de base BTS (Base Transceiver Station)

La station de base (BTS) contient tous les émetteurs reliés à la cellule, dont la fonction est de recevoir et émettre des informations sur le canal radio en proposant une interface physique

entre la station mobile et le contrôleur de station de base (BSC). La BTS réalise une série de fonctions dont:

- La capacité de gérer les canaux radio Full Rate et Half Rate ;
- La gestion des antennes de diversité, autrement dit l'utilisation de deux antennes de réception afin d'améliorer la qualité du signal reçu. Les deux antennes reçoivent le même signal, indépendamment l'une de l'autre et sont atteintes différemment par le fading. La probabilité qu'elles soient atteintes en même temps par un fading important est presque nulle ;
- Le Contrôle Dynamique de la Puissance (DPC) du mobile (MS) et des BTSs: le BSC détermine la puissance optimale avec laquelle la MS et la BTS effectuent la transmission sur le canal radio (grâce à l'exploitation des relevés effectués par la MS et la BTS), dans le but d'améliorer l'efficacité du spectre ;
- Le saut de fréquence (FH).

1.2.1.2 Le contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller)

Le contrôleur de station de base (BSC) gère les ressources radio pour une ou plusieurs stations de base (BTSs), à travers le monitoring de la connexion entre la station de base (BTS) et les commutateurs de service mobile MSCs .

Il s'agit de centrales de commutation qui offrent la liaison au réseau fixe ou à d'autres réseaux, et aussi, à travers les canaux radio, le codage, le saut de fréquence (FH) et les handovers. Il permet plus précisément:

- la gestion et la configuration du canal radio: il doit opter pour chaque appel la cellule la mieux adaptée et doit sélectionner à l'intérieur de celle-ci le canal radio le plus adapté à la mise en route de la communication ;
- La gestion de handover: Il décide, sur la base des relevés reçus par la BTS, le moment d'effectuer le handover, autrement dit, le changement de cellule lors des déplacements de l'utilisateur pendant une conversation, à l'intérieur de la surface de couverture de sa compétence ;
- Les fonctions de décodage des canaux radio Full Rate (16 kbps) ou Half Rate (8 kbps) pour des canaux à 64 kbps.

1.2.1.3 Le commutateur de service mobile MSC (Mobile Switching Center)

Le commutateur du service mobile (MSC) est l'élément central du sous système réseau (NSS). Il gère grâce aux informations reçues par le registre des abonnés locaux(HLR) et le registre des abonnés visiteurs (VLR), la mise en route (routage) et la gestion du codage de tous les appels directs et en provenance de différents types de réseau.

Il développe aussi la fonctionnalité du Gateway face aux autres composants du système et la gestion des processus de handover. Il assure la commutation des appels en cours entre des contrôleurs de station de base (BSCs) différents ou vers un autre commutateur de service mobile MSC. D'autres fonctions fondamentales du MSC sont décrites ci-après:

- L'authentification de l'appelant : l'identification du mobile à l'origine de l'appel est nécessaire pour déterminer si l'utilisateur est en droit de bénéficier du Service ;
- La discrétion quant à l'identité de l'utilisateur, pour pouvoir garantir la réserve sur son identité sur le canal radio. Même si toutes les informations sont cryptographiées, le système se garde toujours de transmettre l'International Mobile Subscriber Identity (IMSI) attribué lors de la signature du contrat par l'utilisateur, par contre on attribue le Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI) au moment de l'appel car il ne présente qu'une utilité temporaire ;
- Le processus de handover : Il a lieu, quand un utilisateur, sur le réseau GSM franchit les limites de la cellule dans laquelle il se trouve. Il peut se présenter dans deux cas:
 - La MS se déplace dans une cellule contrôlée toujours par le même MSC, dans ce cas le processus de handover est géré par celui-ci ;
 - La nouvelle cellule dans laquelle la MS évolue, est sous le contrôle d'un autre MSC. Dans le cas présent le processus de handover est effectué par deux MSCs sur la base des relevés du signal effectué par les BTS récepteurs de la MS.

1.2.1.4 Le registre des abonnés locaux HLR (Home Location Register)

Lorsqu'un utilisateur souscrit à un nouvel abonnement au réseau GSM, toutes les informations qui concernent son identification sont mémorisées sur le registre des abonnés locaux (HLR). Il a pour mission celle de communiquer au registre des abonnés visiteurs (VLR), dont on parlera après, quelques données relatives aux abonnés, à partir du moment où ces derniers se déplacent d'une zone de localisation (LA) à une autre.

Le registre des abonnés locaux (HLR) contient toutes les données relatives aux abonnés dont on peut citer :

- L'International Mobile Subscriber Identity (IMSI), information qui identifie exclusivement l'abonné à l'intérieur de tout réseau GSM et qui se trouve aussi dans la carte SIM ;
- Tous les services auxquels l'abonné a souscrit et auxquels il est capable d'accéder (voix, service de données, SMS, éventuels verrouillages des appels internationaux, et d'autres services complémentaires) ;
- Le nombre de station mobile ISDN (Mobile Station ISDN Number) (MSISDN) ;

- La position courante de la station mobile (MS), autrement dit l'adresse du VLR sur laquelle elle a été enregistrée.

1.2.1.5 Le registre des abonnés visiteurs VLR (Visitor Location Register)

Le VLR est une base de donnée qui mémorise de façon temporaire les données concernant tous les abonnés qui appartiennent à la surface géographique qu'elle contrôle. Ces données sont réclamées au 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.

Plus précisément il contient les informations suivantes:

- Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI) : il est employé comme garant de la sécurité du IMSI et il est attribué à chaque changement de LA ;
- La condition du mobile(MS)(en veille, occupée, éteinte) ;
- Les types de services auxquels l'abonné a souscrit et auxquels il a droit d'accès (voix, service de données, SMS, d'autres services auxiliaires) ;
- Identification de la zone de localisation (LAI), qui comprend la MS, faisant partie du groupe contrôlé par le MSC/VLR.

1.2.1.6 Le centre d'opération et de maintenance OMC (Operation and Maintenance Center)

Le centre d'opération et de maintenance (OMC) se connecte au commutateur de service mobile(MSC) et au contrôleur de station de base le (BSC) à travers le réseau X25. Il possède les fonctions suivantes :

- L'accès à distance à tous les éléments qui composent le réseau GSM (BSS, MSC, VLR, HLR...);
- La gestion des alertes et de l'état du système avec la possibilité d'effectuer différentes sortes de test permettant l'analyse des prestations et la surveillance de la qualité de fonctionnement de ce dernier ;
- Le stockage de toutes les données relatives au trafic des abonnés, nécessaires à la facturation ;
- La gestion des abonnés et la possibilité de localiser leur position à l'intérieur de l'aire de couverture.

L'OMC peut être scindé en deux parties L'OMC-R, qui a pour fonction de gérer les éléments du sous-système radio (BSS) et L'OMC-S qui a pour fonction de gérer les éléments du sous-système réseau (NSS).

1.2.1.7 Le registre d'identification d'équipement EIR (Equipment Identity Register)

Un registre d'identification d'équipement (EIR) sauvegarde toutes les identités des équipements mobiles utilisés dans un réseau GSM. Cette fonctionnalité peut être intégrée dans le registre des abonnés locaux (HLR). Chaque poste mobile est enregistré dans l'EIR dans une liste :

- Liste "blanche" : poste utilisable sans restriction.
- Liste "grise" : poste sous surveillance (traçage d'appels).
- Liste "noire" : poste volé ou dont les caractéristiques techniques sont incompatibles, avec la qualité requise dans un réseau GSM (localisation non autorisée).

1.2.1.8 Le centre d'authentification AUC (Authentication Center)

Le centre d'authentification (AUC) est associé à un registre d'abonnés locaux (HLR) et sauvegarde une clé d'identification pour chaque abonné mobile enregistré dans ce HLR. Cette clé est utilisée pour fabriquer :

- Les données nécessaires pour authentifier l'abonné dans le réseau GSM ;
- Une clé de chiffrement de la parole (Kc) sur le canal radio entre le mobile et la partie fixe du réseau GSM.

L'AUC est une fonctionnalité généralement intégrée dans le registre d'abonnés locaux (HLR).

1.2.1.9 Le commutateur d'entrée de service mobile GMSC (Gateway MSC)

Si le réseau téléphonique commuté (RTC) doit router un appel vers un abonné mobile, l'appel est routé vers un MSC. Ce MSC interroge le HLR concerné, puis route l'appel vers le MSC sous lequel le mobile est localisé (il peut s'agir du même MSC). Un MSC qui reçoit un appel d'un autre réseau et qui assure le routage de cet appel vers la position de localisation d'un mobile est appelé Gateway MSC (GMSC).

1.2.2 Les interfaces du réseau GSM

Les différents éléments du réseau GSM assurent des fonctions complémentaires et chacun obéit à des normes spécifiques. En effet chaque lien (cf.fig I-2) entre deux équipements adjacents forme une interface. Les interfaces sont des composantes importantes du réseau GSM car elles assurent le dialogue entre les équipements et permettent leur inter-fonctionnement [2].

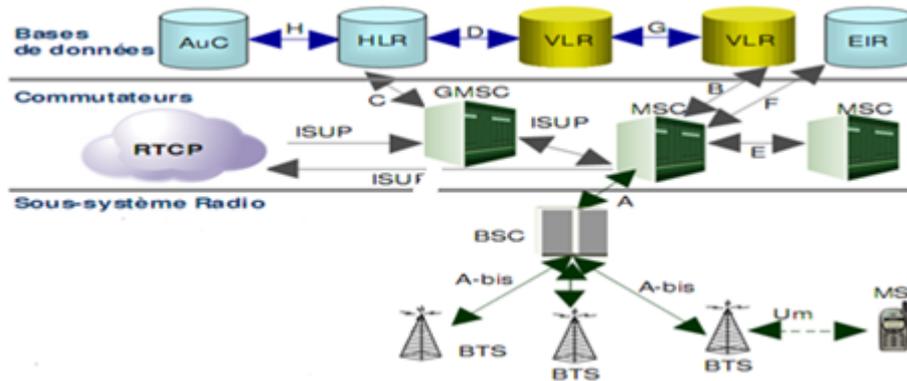


Figure I-2- Interfaces du réseau GSM.

I.3 CARACTERISTIQUES DE L'INTERFACE RADIO

L'appellation GSM (Global System for Mobile) regroupe deux types de réseaux cellulaires numériques de télécommunications pour abonnés mobiles :

- Le réseau GSM900 : il utilise des fréquences porteuses dans la gamme des 900 MHz et il a été le premier type de réseau mobile cellulaire numérique européen ;
- Le réseau DCS1800 (Digital Cellular Telecommunications System) qui utilise des fréquences porteuses dans la gamme des 1800 MHz.

Les principales caractéristiques de la norme GSM sont données dans le tableau I-1.

Paramètres	GSM	DCS
Fréquences d'émission du terminal vers la station de base	890-915 MHz	1710-1785
Fréquences d'émission de la BTS vers le terminal	935-960 MHz	1805-1880
Espacement des canaux radio	200kHz	200kHz
Espacement duplex	45 MHz	95 MHz
Nombre de canaux de parole plein débit	8	8
Débit maximal de transmission de données	9.6 kbit/s	9.6 kbit/s

Tableau I-1 - Caractéristiques de la norme GSM.

L'interface radio du GSM met en œuvre les deux techniques d'accès multiples, Accès Multiple à Répartition dans le Temps (TDMA) et Accès Multiple à Répartition de Fréquence (FDMA) pour partager la bande de fréquence allouée en canaux physiques élémentaires susceptibles d'écouler les différentes communications. La technique de multiplexage fréquentiel (FDMA)

divise les deux plages de fréquences (en lien montant et lien descendant) en 124 canaux de 200 KHz chacun, pour offrir 124 voies de communication duplex en parallèle et (en 374 canaux de 200 KHz chacun, pour offrir 374 voies de communication duplex en parallèle pour le système DCS).

La technique de multiplexage temporel (TDMA) reprend cette division en fréquence mais chaque fréquence est divisée dans le temps en 8 intervalles différents appelés slots. Lors de l'établissement d'une communication, une fréquence est allouée à l'utilisateur selon le FDMA, de même qu'un slot selon le TDMA. On peut donc avoir 8 communications simultanément sur une même fréquence.

I.3.1 Structures temporelles du système GSM

Les slots ou "Time slot" sont groupés par huit afin de définir l'élément essentiel du système GSM qui est la trame TDMA, sa durée est de $8 \times 0,5769 = 4,6152$ ms. Chaque utilisateur utilise un slot par trame TDMA, ces slots sont numérotés avec un indice TN (Time slot Number) allant de 0 à 7.

Le système GSM est constitué principalement de canaux logiques, ces canaux sont la résultante d'une répétition périodique de slots dans la trame TDMA, on l'appelle la multi-trame. Tous les canaux logiques n'ont pas les mêmes besoins, certains se contentent de faibles débits alors que d'autres sont beaucoup plus gourmands en ressource. Afin de gérer les débits et de définir une périodicité sur les canaux logiques, on a créé deux structures de Multi-trames. La Multi-trame 26 composée de 26 trames TDMA, d'une durée de 120 ms, et la Multi-trame 51, composée de 51 trames TDMA, d'une durée de 235,8 ms (cf.fig I-3).

Pour gérer ces deux multi-trames, on a créé la Super-trame, structure rassemblant 26 Multi-trame 51 ou indifféremment 51 Multi-trame 26 et l'Hyper trame, qui est composée de 2048 super-trames.

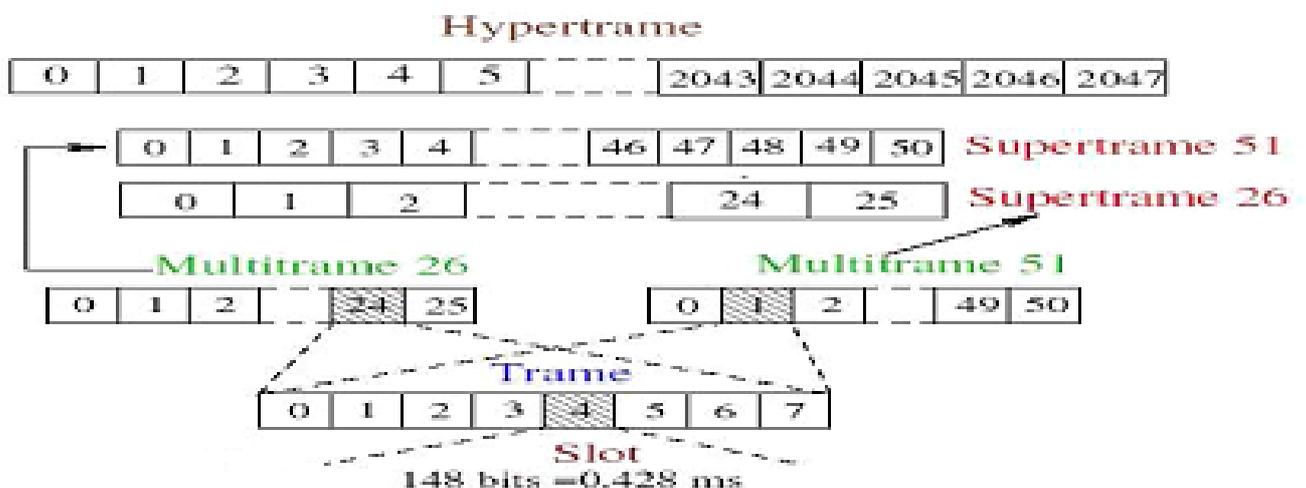


Figure I-3 -Les structures des trames GSM.

I.3.2 Canaux logiques du système GSM

On distingue 2 sortes de canaux dans le système GSM, le canal physique et le canal logique. Le premier peut être une porteuse modulée sur une fréquence ou l'association de 2 canaux logiques TCH + SACCH duplex, qui peut être vue comme un circuit téléphonique classique. Le second est une suite de slots de différentes trames TDMA (modulé sur un ou plusieurs canaux GSM) qui mis bout à bout, forme un canal logique (cf. Tab I-2).

On distingue deux types de canaux logiques :

- Les canaux dédiés, qui allouent une ressource réservée à un mobile afin qu'il puisse communiquer avec le réseau, et ce dans les deux sens (duplex).
- Les canaux non-dédiés qui sont des canaux partagés par plusieurs mobiles, ils sont diffusés à l'ensemble des mobiles en veille dans la cellule, ces canaux sont unidirectionnels (simplex) [1].

Type de Channel	Canal logique	Slot possible	Multi trame	Fonction
Broadcast Channel Simplex Non - dédiés	FCCH Frequency Correction Channel	0	51	Calage du mobile sur la fréquence porteuse
	SCH Synhronization Channel	0	51	Synchronisation du mobile avec la cellule
	BCCH Broadcast Control Channel	0 .2.4.6	51	Diffusion au mobile des informations de la cellule
Common Control Channel	PCH Paging Channel	0 .2.4.6	51	Canal par lequel le mobile reçoit les appels en provenance du réseau
	RACH Random Access Channel	0 .2.4.6	51	Canal par lequel le mobile accède au réseau de façon aléatoire pour répondre ou lancer un appel

	AGCH Access Grant Channel	0 .2.4.6	51	Le réseau communique par ce canal pour informer le mobile ou, quand et comment il doit établir une Communication
	CBCH Cell Broadcast Channel	0 .2.4.6	51	Diffusion des messages courts de type info routières, météo, etc.
Dedicated Control	SDDCH Stand Alone Dedicated Control Channel	0 à 7	51	Canal de signalisation, mise à jour de localisation, etc
Chanel Duplex Dédié	SACCH Slow Associated control Channel	0 à 7	51.26	Canal de supervision d'une liaison, control de puissance, de la qualité, remonté des mesures
	FACCH Fast Associated Control Channel	0 à 7	26	Canal de supervision d'une liaison. lors d'une communication, il sert à exécuter le HO. Ce canal n'existe que par vol des slots du canal TCH
Trafic channel Duplex Dédié	TCH Trafic Channel	0 à 7	26	Canal supportant le trafic voix ou Data

Tableau I-2-les canaux logiques du réseau GSM.

I.4 GESTION DE LA MOBILITE DANS LE GSM

I.4.1 Mécanismes de gestion de l'interface radio

I.4.1.1 Mécanisme de saut de fréquence (frequency hopping)

C'est la technique de la variation de fréquence utilisée dans un canal radio à des intervalles réguliers (cf.fig I-4). Ainsi, le mécanisme de saut de fréquence se base sur le changement de fréquence à chaque émission de burst et à l'utilisation d'un plan de fréquence classique et fractionnaire afin d'améliorer la qualité de service à travers la diversité en fréquence (protection contre les évanouissements) et la diversité des brouilleurs (protection contre les interférences).

La procédure de saut de fréquence est mise en place afin d'améliorer la qualité et d'augmenter la capacité d'un canal radio.

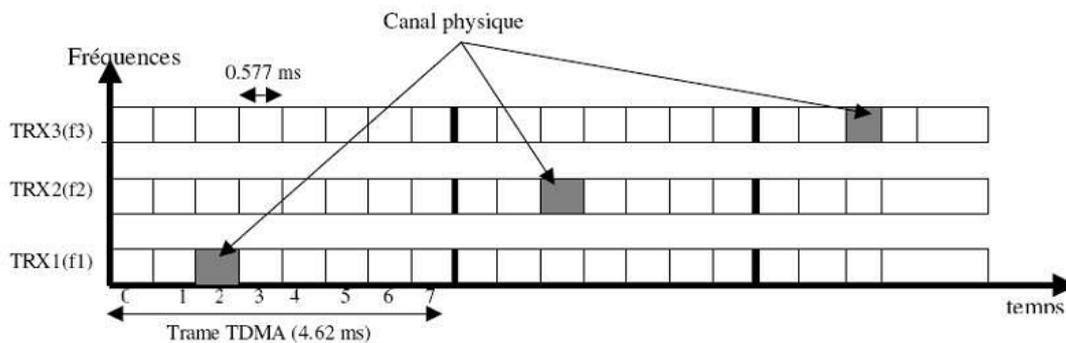


Figure I-4-saut de fréquence.

I.4.1.2 La transmission discontinue (DTX)

Lors d'une communication avec un téléphone GSM, la transmission est interrompue lorsque son utilisateur ne parle pas, cette fonction est appelée « discontinuous transmission ». Son but est de réduire la consommation électrique du téléphone afin d'accroître l'autonomie de la batterie.

I.4.1.3 Le modèle bicouche

Ce modèle consiste à déployer un réseau micro-cellulaire sous un réseau macro-cellulaire existant afin d'absorber le trafic (cf.fig I-5). On parle de densification du réseau ou de la couverture. Les caractéristiques d'une macro-cellule bicouche, dite « parapluie », s'expliquent par la couverture importante en indoor, au-dessus des toits pour éviter les obstacles à la propagation des ondes, et elle ne doit pas souffrir de saturation. Les caractéristiques d'une microcellule bicouche se manifestent par la couverture réduite au niveau des murs des bâtiments pour confiner son rayonnement.

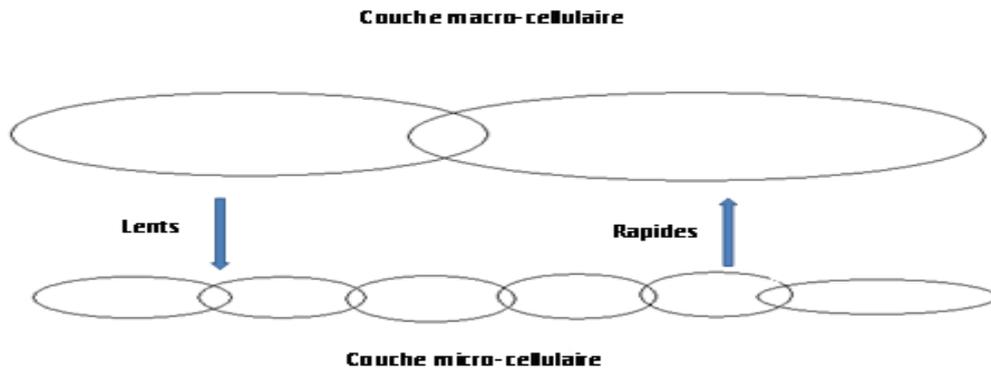


Figure I-5-le modèle bicouche

Les mobiles «lents» sont forcés, par handover, à descendre de la couche macro-cellulaire vers la couche micro-cellulaire. Par contre, les mobiles « rapides » sont gardés sur la couche macro-cellulaire. Les mobiles remonteront vers la couche macro-cellulaire, par handover, dans le cas où ils s'éloigneraient trop de la couche micro-cellulaire ou si la qualité de la communication se dégrade.

I.4.2 Procédures de gestion de la mobilité

I.4.2.1 Identification de la zone de localisation LAI (Location Area Identification)

Un réseau GSM (Global System For Mobile) est divisé en aires de service. Chaque MSC/VLR dans un réseau GSM contrôle une aire de service, composée d'un ensemble de zones de localisation (LAs, Location Areas), chaque zone LA représente un ensemble de cellules. La figure I-6, décrit de manière simplifiée un exemple de réseau GSM avec deux aires de services, celles du MSC/VLR1 et du MSC/VLR2. Le réseau est divisé en cinq zones de localisation [3].

- Les zones de localisation LA1 et LA2 sont sous le contrôle du MSC/VLR1. Elles constituent l'aire de service 1.
- Les zones de localisation LA3, LA4 et LA5 sont sous la responsabilité du MSC/VLR2. Elles forment l'aire de service 2.

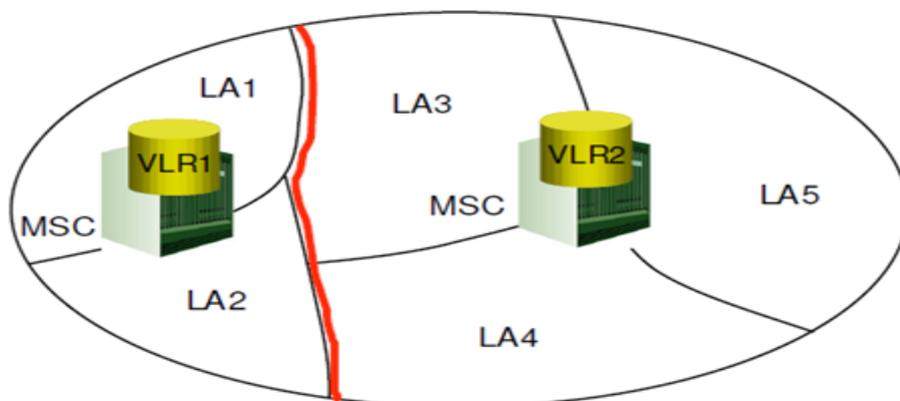


Figure I-6-Aire de service et zone de localisation.

Une zone de localisation est identifiée par l'adresse LAI (Location Area Identification)
Composée des champs suivants (cf.fig I-7) :

- MCC : Il s'agit du code du pays du réseau GSM, champ également présent dans l'International Mobile Subscriber Identity (IMSI).
- MNC : Il s'agit du code du réseau mobile, champ également présent dans l'IMSI.
- LAC (Location Area Code) : il s'agit du code de la zone de localisation librement affecté par l'opérateur.



Figure I-7-format du LAI.

A la mise sous tension et lorsqu'il se déplace, le mobile se met à l'écoute du canal BCCH (Broadcast Control Channel) de la cellule la plus puissante. Le BCCH diffuse l'identité de la zone de localisation (LA). Le mobile compare l'identité de la zone de localisation avec celle qui est mémorisée sur sa carte SIM. Si les identités sont identiques, le mobile est correctement localisé et il ne se passe rien. Dans le cas contraire, le mobile initie une procédure de mise à jour de localisation en signalant au registre des abonnés visiteurs (VLR) l'identité de la nouvelle zone de localisation (LA) et son identité IMSI (ou TMSI).

Après localisation, le mobile se met à l'écoute du canal de recherche PCH (Paging Channel) afin de pouvoir recevoir d'éventuels appels. En effet, lors d'un appel entrant, le registre des abonnés visiteurs (VLR) ne connaît que la zone de localisation (LA) courante du mobile. C'est la raison pour laquelle un avis de recherche (Paging) est émis sur cette zone de localisation LA.

1.4.2.2 Processus de sélection/ résélection

En mode veille, le mobile doit lui-même trouver la meilleure cellule dans chaque zone. La sélection se fait à l'aide de deux critères nommés C1 et C2 [1].

- **Critère de sélection C1**

Il raccorde le mobile à la meilleure cellule en terme de niveau de champ, juste après la mise sous tension du mobile.

$$C1 = RXLEVEL - RXLEVEL_ACCESS_MIN - \text{Max}((MS_TXPWR_MAX_CCH - MsTxPwr_Max), 0)$$

Avec :

- **RXLEVEL_ACCESS_MIN** : niveau de champs minimum d'accès sur la cellule ;
- **RXLEVEL** : niveau du champ mesuré par le mobile ;
- **MS_TXPWR_MAX_CCH** : puissance maximum autorisée des mobiles sur le canal d'accès (Access Grant Chanel) RACH, et donc, c'est la puissance nécessaire que doit émettre le mobile pour que la station de base reçoive correctement ce dernier dans n'importe quelle position dans la cellule et surtout sur la bordure de celle-ci ;
- **MsTxPwr_Max**: puissance maximum autorisée en communication sur la cellule.

- **Critère de réélection C2**

Il permet la réélection de cellule, il est implémenté en deuxième phase. Il a pour fonction de favoriser ou de défavoriser une cellule candidate à la ré-sélection pendant un temps donné. Lorsqu'il est présent, le critère C2 remplace le critère C1 pour la réélection de cellule, le critère C1 fait partie de l'équation du critère C2 :

- Si $T < \text{Penalty_Time}$: $C2 = C1 + \text{Cell_Reselect_Offset} - \text{Temporary_Offset}$;
- Si $T > \text{Penalty_Time}$; $C2 = C1 - \text{Cell_Reselect_Offset}$.

Avec:

- **Cell_Reselect_Offset** : Valeur d'offset permanent ajouté à C1 ;
- **Temporary_Offset** : Offset temporaire servant à défavoriser une cellule le temps du **Penalty_Time** ;
- **penalty_Time** : Durée pendant laquelle le **Temporary_Offset** va être appliquée.

1.4.2.3 Procédure du handover

1.4.2.3.1 Définition du handover

Le but de handover appelé également transfert automatique inter ou intra-cellulaire est d'allouer un autre canal dédié à un mobile dédié. On distingue généralement deux types de handover [1] :

- **Le handover intracellulaire**

Lorsque les mesures montrent une qualité du signal reçu faible avec un niveau de champs du signal élevé dans la cellule de service, il est probable que cette mauvaise qualité du signal soit due aux interférences sur le canal et non à l'éloignement du

mobile. Il est peut être intéressant de transférer les communications sur un autre canal. Le handover intra-cellulaire ne se fait pas sur les mêmes critères que le handover inter-cellulaire. De plus il ne modifie le circuit de parole qu'au niveau de la Station de base (BTS).

- **Le handover intercellulaire**

Un handover entre deux cellules différentes se produit normalement quand les mesures effectuées montrent un niveau de champ et/ou une qualité du signal reçu faible sur la cellule courante et un niveau de champ du signal meilleur sur la cellule voisine. Ce type de handover, peut aussi se produire quand une cellule voisine permet la communication avec un niveau de puissance plus faible. Ceci indique typiquement que la MS est sur le bord de la cellule, si un grand nombre d'appels est généré sur une cellule donnée, un handover inter-cellulaire serait alors nécessaire pour l'équilibrage du trafic dans cette cellule, par un transfert de certaines communications à d'autres cellules qui sont moins congestionnées que la première cellule.

Ainsi, dans ce type de handover, on peut trouver d'autres types de handovers :

- **Handover intercellulaire /intra-BSC**

Ce handover est géré par le même contrôleur de station de base (BSC), il est effectué entre deux cellules du même BSC, quand la qualité de communication se dégrade dans l'une de ces deux cellules, mais elle est élevée dans l'autre.

- **Handover inter-BSC /intra-MSC**

C'est un handover entre deux BSCs qui sont gérés par le même commutateur de service mobile(MSC).

- **Handover inter-MSC**

Dans ce type de handover, le mobile change de cellule, de BSC et de MSC.

1.4.2.3.2 Procédure du handover

La procédure de handover comprend les opérations suivantes :

- La suspension des opérations normales sauf pour la couche de gestion des ressources ;
- La déconnexion du lien de signalisation et du TCH (Trafic Chanel) éventuel ;
- La déconnexion et la désactivation des canaux alloués précédemment et leur libération ;
- L'activation de nouveaux canaux si nécessaire ;
- Le déclenchement de l'établissement d'une connexion de liaison de données sur les nouveaux canaux.

a- Phase d'observation

Pendant cette phase, le mobile et la station de base (BTS) effectuent des mesures sur les canaux radio. Les mesures effectuées par le mobile sont sur le canal Slow Associated Control Channel (SACCH) au plus toutes les 480 ms.

Sur le canal courant, le mobile effectue les mesures suivantes :

- Le niveau de signal reçu (RXLEVEL) ;
- La qualité du signal de la cellule courante (RXQUAL).

b- Phase de déclenchement

Avant la phase d'exécution du handover, il y a des critères à ajuster par l'opérateur lors de la phase d'ingénierie du système, pour assurer la meilleure qualité de communication et le minimum de consommation des ressources. Ces critères sont :

- Diminution du nombre de handover par distance parcourue ;
- Le handover doit être déclenché le plus près possible de la bordure de la cellule ;
- La cellule cible doit être choisie correctement ;
- La qualité de communication doit être maintenue pendant la phase de handover.

1.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'infrastructure du réseau GSM, en insistant sur ses principales caractéristiques et en citant ses différents mécanismes de gestion de l'interface radio et ses procédures de gestion de la mobilité (handover, sélection / resélection,...).

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le principe et l'architecture du cœur du réseau de Wataniya Telecom Algérie.

***Chapitre II - EVOLUTION DU CŒUR DU RESEAU
DE TELEPHONIE MOBILE DE WATANIYA TELECOM***

Chapitre II - EVOLUTION DU CŒUR DU RESEAU DE TELEPHONIE MOBILE DE WATANIYA TELECOM

II.1 INTRODUCTION

L'évolution d'un réseau GSM existant vers une nouvelle structure nécessite en premier lieu de définir même succinctement ce dernier, et présenter ses caractéristiques principale avant de présenter la nouvelle architecture et expliquer les raisons d'une telle évolution et enfin en donner les avantages.

Les réseaux de téléphonie mobile concernés par cette évolution sont composés de deux parties indépendamment liées. La première est la partie Radio (RAN : Radio Access Network), et la deuxième est la partie cœur du réseau (CN : Core Network) (cf. fig. II-1), les deux parties, gérant des fonctions complémentaires pour offrir les services souhaités.

Pour ce qui nous concerne, nous allons nous intéresser qu'à la partie cœur du réseau Wataniya. En effet, à l'heure actuelle, les réseaux de téléphonie mobile sont classés en différentes versions de release R3 (R99), R4 et R5. Les 3 releases considèrent la même partie Access, Par contre, la partie réseau de base est différente d'une release à une autre.

Nous allons dans ce chapitre suivre l'évolution, vers une nouvelle architecture: la release 4. Cette dernière rentre dans le cadre de la convergence vers une structure NGN (Next Génération Network). La release 4 constitue le réseau de notre étude, et pour cela nous allons détailler son principe et son architecture.

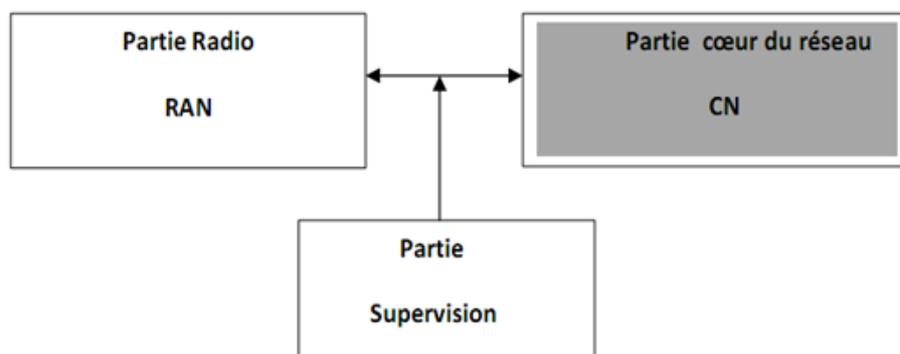


Figure II-1-schéma synoptique d'un réseau de téléphonie mobile.

II.2 LA RELEASE 99

Wataniya télécom Algérie fait une migration du réseau R3 au réseau R4, Nous allons essayer de présenter dans ce qui suit son architecture et ses caractéristiques pour mieux comprendre son évolution vers une solution NGN (Next Generation Network) [4].

II.2 .1 Architecture de la Release 99

L'architecture du réseau R99, telle que décrite dans la norme 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est une version évoluée des cœurs du réseau GSM (Global System for Mobile) et GPRS (General Packet Radio Service).

Cette évolution est traduite par l'adaptation des équipements existants avec les nouveaux pour gérer les flux des domaines circuit et paquet.

La partie CN de la release R99 (cf.fig.II-2) comporte deux domaines :

- Le domaine de commutation de circuits (CS: Circuit Switched)
- Le domaine de commutation de paquets (PS: Packet Switched)

Le transport dans le cœur du réseau peut être effectué soit en ATM (Asynchronous Transfer Mode) pour l'ensemble des flux, soit en ATM puis TDM (Time division Multiplexing) pour les flux circuit et en ATM sur IP (Internet Protocol) pour les flux paquet. La signalisation est véhiculée par le protocole de transport de SS7 (Signaling System 7) soit sur de l'ATM, ou sur de l'IP (SIGTRAN) [5].

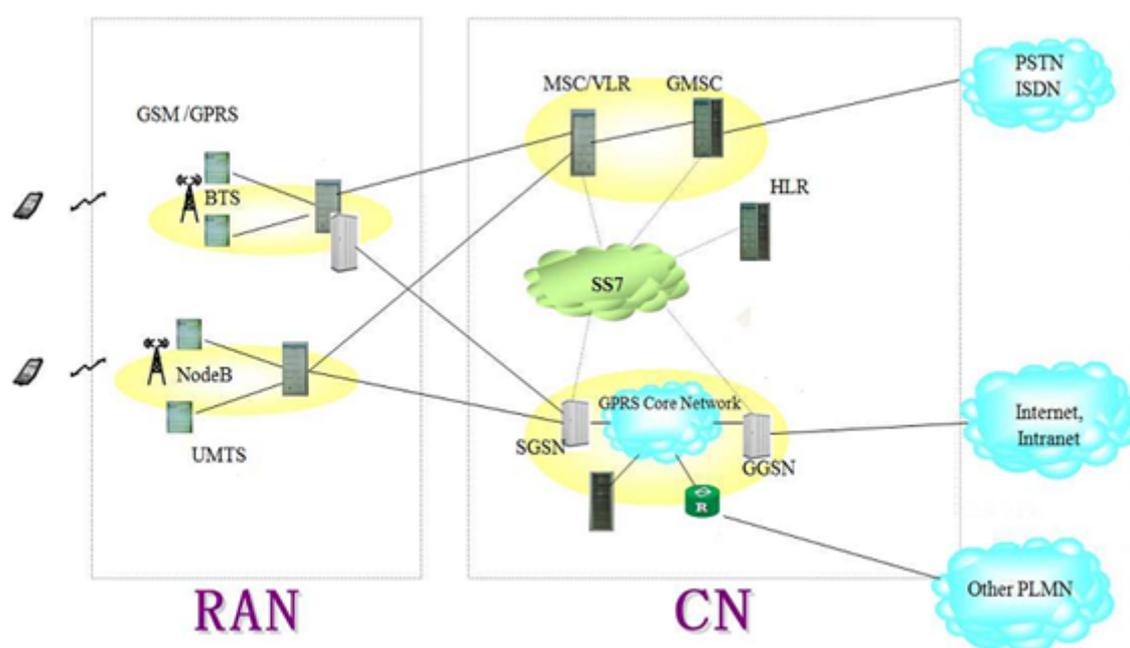


Figure II-2-Architecture globale de la release 99(R99).

Comme l'indique la figure II-2, la release 99 supporte les trois générations de téléphonie mobile Le GSM, le GPRS, et l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

L'architecture de la R99 se décompose en deux parties :

La partie RAN (Radio Access Network) : nous n'allons pas détailler son architecture, car cela ne concerne pas l'objet de notre étude, mais nous pouvons remarquer dans la Figure II-2 les

BTSs (Base Transceiver Station) (GSM, GPRS) et les Nodes B (UMTS) qui assurent la transmission radio entre les mobiles et le réseau [6].

La partie CN (Core Network) : nous avons déjà vu les domaines constituant cette partie, à savoir le domaine CS et PS. L'élément central, qui gère le domaine CS, est le commutateur de service mobile (MSC) .il utilise pour cela le TDM. Le GMSC constitue une interface pour interconnecter le réseau de téléphonie fixe (PSTN, ISDN), le SGSN et GGSN sont utilisés pour le déploiement du GPRS. Le HLR (Home Location Register) constitue une base de données des utilisateurs.

II.2.2 Le commutateur de service mobile MSC (Mobile Switching Center)

Le MSC est l'élément central dans le cœur des réseaux du R99, permettant une évolution vers une structure NGN (Next Generation Network). Cette unité doit gérer les Ressources radio utilisant le Multiplexage à répartition temporelle (TDM), ainsi que les connexions physiques avec tous les éléments du réseau. Elle gère tous les types de trafics (signalisation et voix) sur le même support utilisant le TDM.

II.3 ÉVOLUTION VERS UNE STRUCTURE NGN

La release 99 prépare une évolution vers une architecture de type NGN (Next Generation Network). Nous allons voir à présent le concept d'une telle évolution, en présentant, les caractéristiques, les avantages et l'architecture d'un réseau de type NGN.

II.3.1 Le concept NGN (Next Generation Network)

Les NGNs sont définis comme des réseaux de transport en mode paquet permettant la convergence des réseaux (Voix/données) et (Fixe/Mobile), basés sur une évolution progressive vers le tout IP afin de s'adapter aux grandes tendances qui sont :

- La recherche de souplesse d'évolution du réseau ;
- Distribution de l'intelligence dans le réseau.

II.3.2 Caractéristiques d'un réseau NGN

Les réseaux NGN présentent les caractéristiques suivantes :

- Ce sont des réseaux multiservices pouvant prendre en charge voix, données et vidéo ;
- Leur plan de commande (signalisation) est séparé du plan de transport/commutation ;
- Ils sont basés sur la convergence progressive vers le tout IP,
- Une qualité de service est garantie pour différents types de trafic.

Ce type de réseau offre certains avantages parmi lesquels :

- Souplesse pour l'élaboration et l'offre de services ;
- Réduction de coût prévisible, du fait du partage de l'infrastructure et des systèmes ;
- Simplification de l'exploitation et de la maintenance, d'où une diminution des dépenses d'exploitation ;
- L'utilisation d'interfaces ouvertes entraîne :
 - Un déploiement rapide de services et d'applications ;
 - De nouveaux services (tiers).

II.3.3 Architecture NGN

L'architecture NGN est construite selon les principes suivants :

- Remplacement des commutateurs traditionnels par deux équipements distincts.
- Utilisation des serveurs de contrôle des communications.
- Utilisation des équipements de médiation et de routage dits Media Gateway (MGW).
- Apparition de nouveaux protocoles de contrôle d'appel et de signalisation entre ces équipements (de serveur à serveur, et de serveur à Media Gateway).

II.3.4 NGN Téléphonie

L'évolution vers la nouvelle architecture NGN est appliquée à différents types de réseaux. La NGN téléphonie est une architecture de réseau NGN offrant uniquement les services de téléphonie (voix,..).

Les équipements existants (le commutateur d'accès téléphonique ou BTS/BSC du réseau GSM) sont reliés à une couche de transport IP ou ATM par le biais de la (MGW) Media Gateway (couche transport).

L'établissement des canaux de communication IP ou ATM entre les Media Gateway est effectué par des serveurs de contrôle d'appel [7].

II.4 ÉVOLUTION VERS LA RELEASE 4

La release 4 (R4) est la première étape d'évolution vers un cœur de réseau tout IP, utilisant le concept NGN.

Conformément à l'un des concepts de base des NGN, le R4 prévoit une évolution du domaine circuit, sous la forme d'une restructuration fonctionnelle des commutateurs de service mobile (MSCs) pour introduire une séparation des couches transport MGW (Media Gateway) et contrôle d'appel MSS (MSC server) (cf.fig II-3) .

Le MSC server a les mêmes caractéristiques qu'un MSC, avec en complément des fonctions spécifiques. Il est ainsi en mesure de dialoguer avec les autres MSC server en utilisant les protocoles soit ATM ou IP, mais conserve notamment des liens de signalisation utilisant le protocole existant avec le HLR.

Les signalisations de commande entre MSC server et Media Media Gateway (MGW) utilise le protocole H.248 avec des extensions spécifiques pour la 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Cette signalisation peut être transportée soit sur ATM, ou en utilisant le protocole SIGSTRAN si le transport s'appuie sur IP [5].

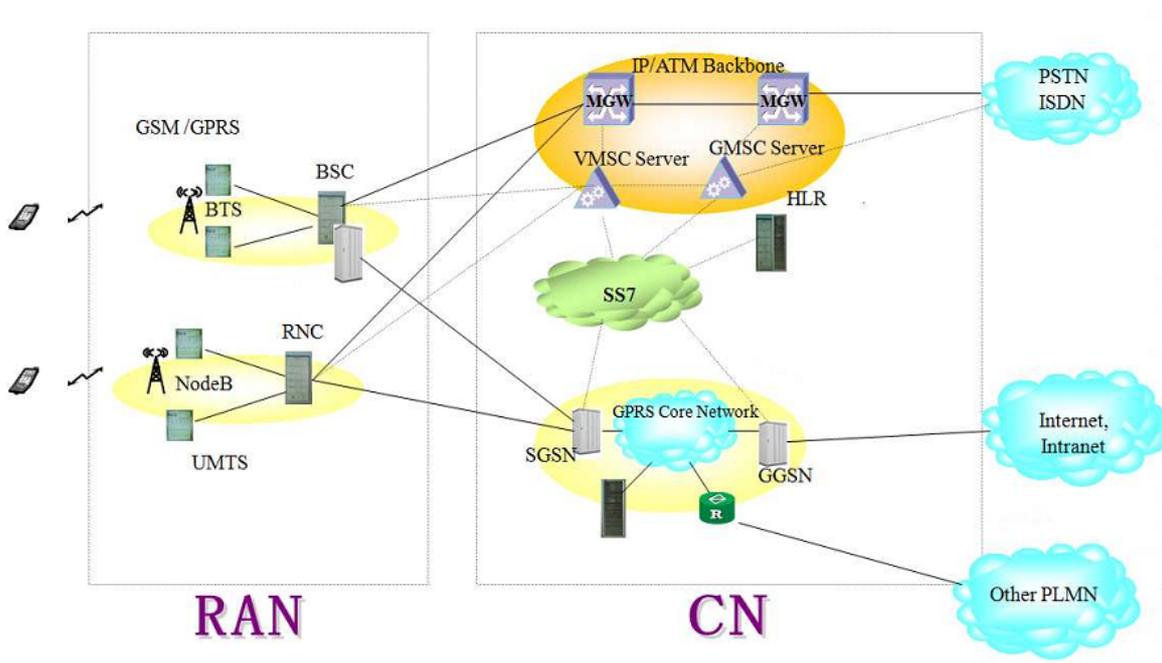


Figure II-3-Architecture globale du R4.

Nous remarquons que la partie radio est restée la même dans les deux cas à savoir la Release 99 et la Release 4. Par contre la partie cœur (CN) a subi des modifications, nous allons à présent détailler cette nouvelle architecture.

II.4.1 La migration du MSC au MSC server (MSS)

La migration du MSC à l'architecture du MSC server peut être très flexible en se basant sur les plans et les configurations existantes, cette migration a été réfléchiée pour permettre une évolution douce par la réutilisation des ressources matérielles et logicielles de la MSC existante dans le GSM et le réseau [8].

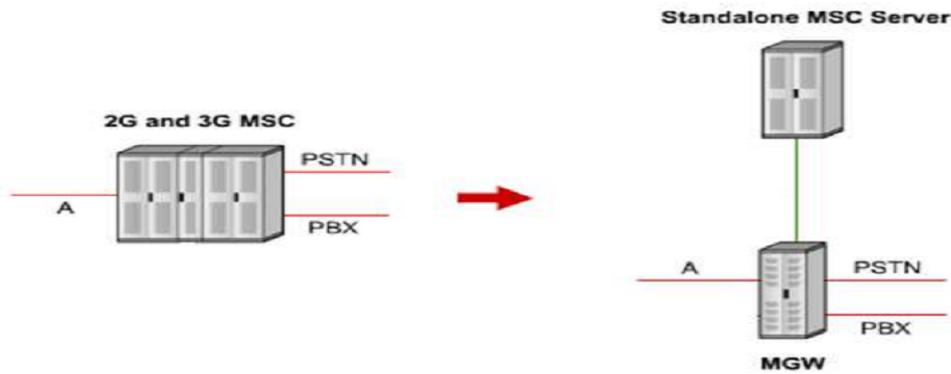


Figure II-4-Migration du MSC au MSC server.

La figure précédente montre que le MSC a été remplacé par le MSC Server (MSS) et la Media Gateway(MGW).

II.4.2 Changement apporté au niveau matériel et software

- **Au niveau matériel**

La migration vers l'architecture MSC server nécessite des changements de l'architecture de la MSC existante, et cela est dû à l'utilisation de l'IP pour transporter les messages de signalisation SS7.

La Nokia Siemens MultiMedia Gateway est une unité dédiée au user plane, elle gère aussi les connexions arrivant de la partie radio, elle fournit aussi une interface pour les autres liaisons externes (Réseau Téléphonique Public Commuté (PSTN), réseau privé(PBX)).

- **Au niveau software**

Les changements apportés au niveau logiciel se font par différents release (M12, M13, M14) pour le MSC server (MSS) et (U2,U3,U4) pour la Media Gateway [8].

II.4.3 Comparaison entre la Release 99 et la Release 4

La Release 4 (R4) qui introduit le concept NGN pour les réseaux de téléphonie mobile est compatible avec la Release 99 (R99).En effet, la partie radio (RAN) reste inchangée et offre les mêmes services. La R4 présente des avantages pour la partie cœur du réseau en termes de réduction des coûts, de flexibilité et d'évolution :

- La réduction des coûts provient de l'utilisation du protocole IP ou de l'ATM qui sont des technologies de transport multiservices ignorant les limites des réseaux TDM à 64 kbit/s. Elles permettent ainsi d'optimiser les débits en fonction du service ;

- La flexibilité est assurée par une dissociation des plans de contrôle et d'utilisateur, leur permettant d'évoluer séparément et brise la structure de communication monolithique d'un commutateur de service mobile MSC ;
- La R4 permet l'évolution vers un réseau tout IP ou la voix est « paquetisée » et transportée de bout en bout sur IP [5].

II.4.4 La séparation de la signalisation de la voix dans la R4

La R4 a permis aux opérateurs d'utiliser le réseau dorsal IP de paquet commuté, basé sur l'ATM et l'IP pour le transport de la signalisation et de la voix la figure (II-5) suivante présente les chemins empruntés par les deux trafics, et ainsi nous pouvons voir la séparation des plans de contrôle et d'utilisateur.

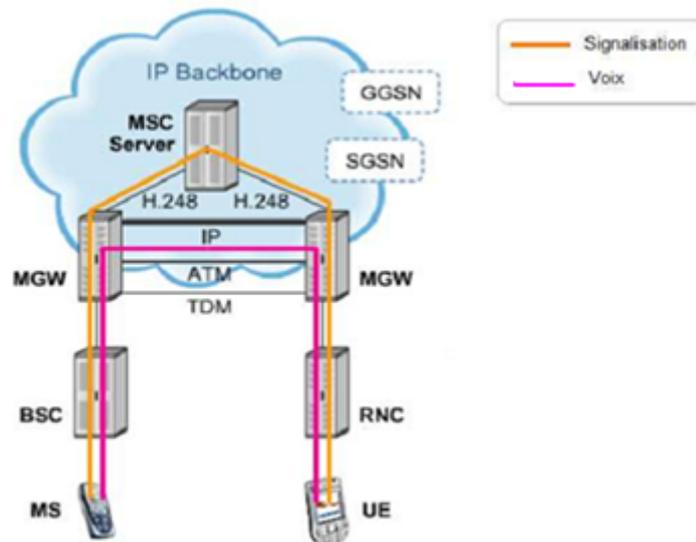


Figure II-5-la voix et la signalisation empruntent des chemins différents.

II.4.4.1 La signalisation

Le réseau de signalisation permet de relier les nœuds du réseau, et de prendre en charge les messages de signalisation qui sont échangés pour l'établissement d'appels, et autres services. Les connexions de signalisation sont aussi utilisées pour mettre à jour les bases de données du réseau telles que (les HLRs et VLRs).

Les connexions de signalisation dans le réseau cœur (CN) peuvent être établies à travers différentes ressources de transport (TDM, ATM, IP).

II.4.4.2 Le système de signalisation 7(SS7)

Ce système de signalisation par canal sémaphore permet de séparer la signalisation de la transmission en faisant transiter la signalisation sur un canal spécifique ; de ce fait, on peut échanger des messages de signalisation sans établissement réel de circuit de commutation.

II.4.4.3 Signalisation basée sur IP

Les protocoles SS7 sont transportés à travers la MGW (Media Gateway) vers le MSS, mais comme la MGW est connectée avec le MSC Server (MSS) en utilisant du SIGTRAN (signalisation over IP) les messages de signalisation SS7 sont encapsulés en paquets IP[9].

II.4.4.4 Voix sur IP (VOIP)

La voix sur IP est un service directement lié à l'évolution vers les réseaux NGN. C'est une application qui est apparue depuis longtemps mais qui n'a pas encore eu le succès escompté pour diverses raisons évoquées par les spécialistes, qui sont :

- La jeunesse des protocoles de signalisation de voix sur IP et la gestion de la qualité de services ;
- Le seul fait de transporter la voix sur IP n'apporte pas de valeur ajoutée pour l'utilisation finale, par rapport au service de voix classique ;
- La nécessité d'interconnecter les réseaux IP aux réseaux TDM/SS7 implique des coûts liés aux équipements d'interconnexion.

Cependant l'évolution de la technologie et des protocoles et l'apparition associée au monde IP a permis l'émergence de la voix sur IP. De plus, l'évolution des terminaux communicants multimédia est un argument supplémentaire à l'évolution des réseaux téléphoniques vers la voix sur IP [9].

II.5 LA 3rd GENERATION PARTNERSHIP PROJECT RELEASE 4 (la 3GPP RELEASE 4)

II.5.1 Introduction

Les besoins des utilisateurs des réseaux de téléphonie mobile sont en continuelles progression .nouveaux et anciens vont vers les solutions IP. Les réseaux GSM et GPRS, entre autres, doivent évoluer, et ce, en fonction des changements du à l'étendue des évolutions des télécommunications telles que :

- La nécessité de passage vers la voix sur IP et l'utilisation du réseau dorsale IP pour transmettre le trafic de la voix, avec une bande passante moindre et des chemins de transmission plus courts ;
- D'apporter une infrastructure de transport fixe - mobile et permettre aux opérateurs de la téléphonie mobile d'offrir les accès et services via et pour internet ;

- Le passage du transport de la signalisation à travers TDM et ATM, vers la signalisation sur IP [10].

Une des solutions proposées pour répondre au mieux à ces attentes est la 3GPP Release 4

II.5.2 Principe

L'organisation 3GPP a standardisé la séparation entre la partie contrôle et la partie utilisateur à savoir la voix (cf.fig II-6). Dans la 3GPP Release 4, la partie contrôle est gérée par le MSC Server qui prend en compte les fonctionnalités telles que le contrôle d'appel et la gestion de la mobilité qui se réfère à la signalisation, La partie utilisateur telle que le transcodage de la parole et la gestion du transfert du trafic du plan utilisateur via IP, ATM et TDM sont effectués par la Media Gate Way (MGW) [9].

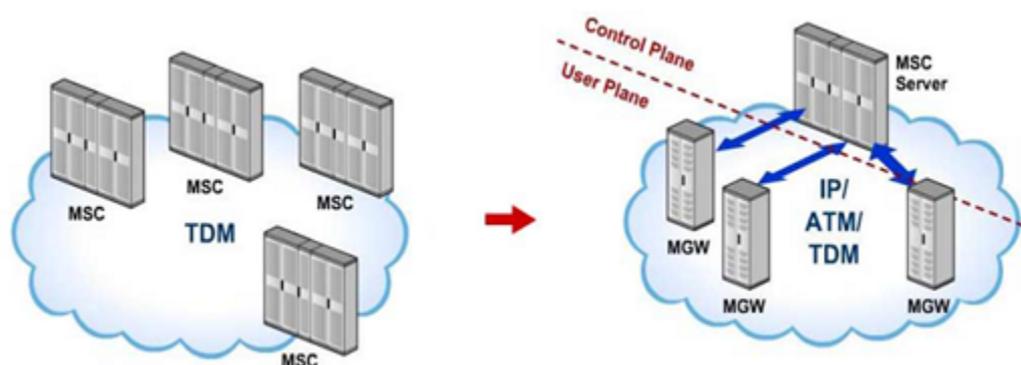


Figure II-6-principe de la séparation du plan de contrôle et du plan utilisateur .

II.5.2.1 Plan de contrôle (Control plane)

Les réseaux d'accès (RAN) transmettent les messages de contrôle encapsulés avec Le protocole SS7 qui achemine ses messages à travers la MGW vers le MSC server .La MGW étant connecté avec le MSC server à travers un backbone IP, les messages de signalisation sont encapsulés en paquet IP et transmis à travers des interconnexions adéquates vers le MSC Server [9].

II.5.2.2 Plan usager (User plane)

Tandis que le MSC server gère toute la partie (control plane), la Media Gateway (MGW) est responsable de la commutation et du transcodage (user plane).Le MSC Server informe la MGW sur les besoins de la partie (user plane) en utilisant le protocole H.248. Ce protocole permet au MSC server de donner des instructions de routage à la MGW et d'exécuter les autres tâches du (user plane) (exemple l'annonce et le service de sonnerie) [9].

II.5.3 Avantages de la 3GPP Release 4

Dans un MSC traditionnel, les capacités de commutation et le contrôle des appels sont localisés sur le même site ; toutefois, dans le système du MSC server, la dépendance entre le MSC Server et la MGW n'existe plus, permettant ainsi à un MSC server (MSS) de contrôler plusieurs Media Gateway (MGW) éloignées. (cf.fig II-7) .

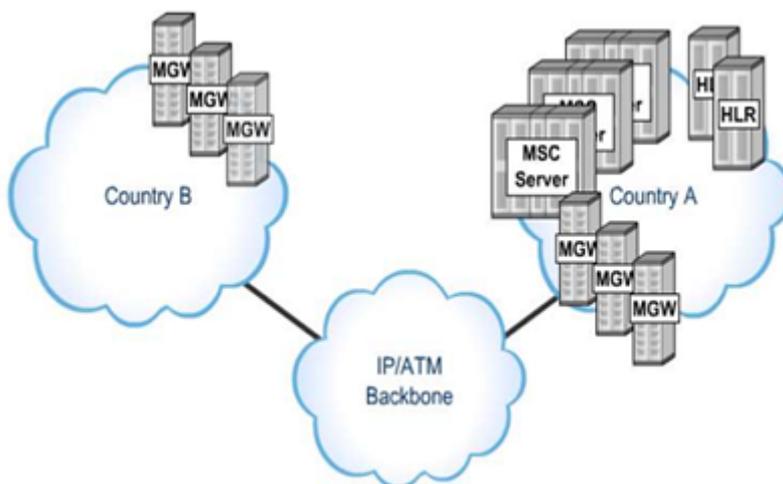


Figure II-7-Indépendance de la MSS et des MGW

Une Media Gateway (MGW) peut être divisée en des MGW virtuelles (cf.fig II.8), chacune d'elles pouvant être contrôlée par un MSS différent.

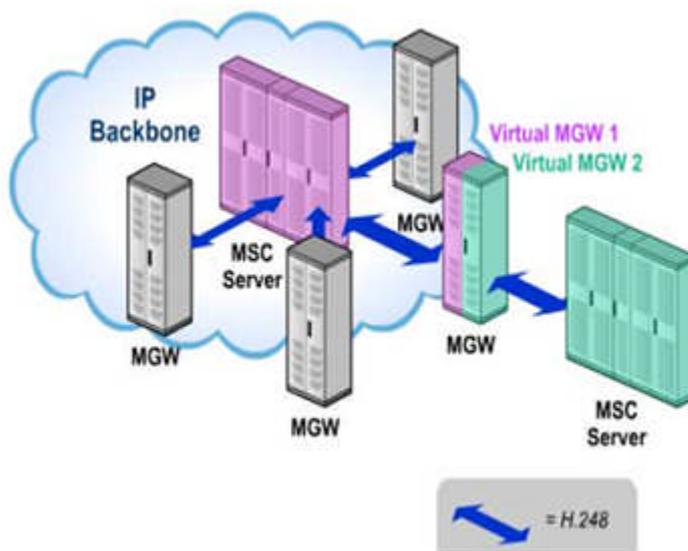


Figure II-8-Relation entre le MSC server (MSS) et la Media Gateway virtuelle (MGW virtuelle)

Le MSC Server peut être utilisé pour contrôler plusieurs Media Gateway même si ces Media Gateway sont localisés dans des régions différentes.

Ce concept apporte une centralisation de l'architecture du réseau en plaçant les éléments

Cœur du réseau, telle que le MSS et les HLR dans une seule région, alors que la partie accès du réseau (qui inclue la MGW) pourra résider dans un certain nombre de régions différentes [10].

II.5.4 Architecture

L'architecture de la Release 4 est basée sur l'ajout du MSC Server de la Media Gateway (MGW), et des interfaces entre les deux équipements et les différents Backbones [11] .

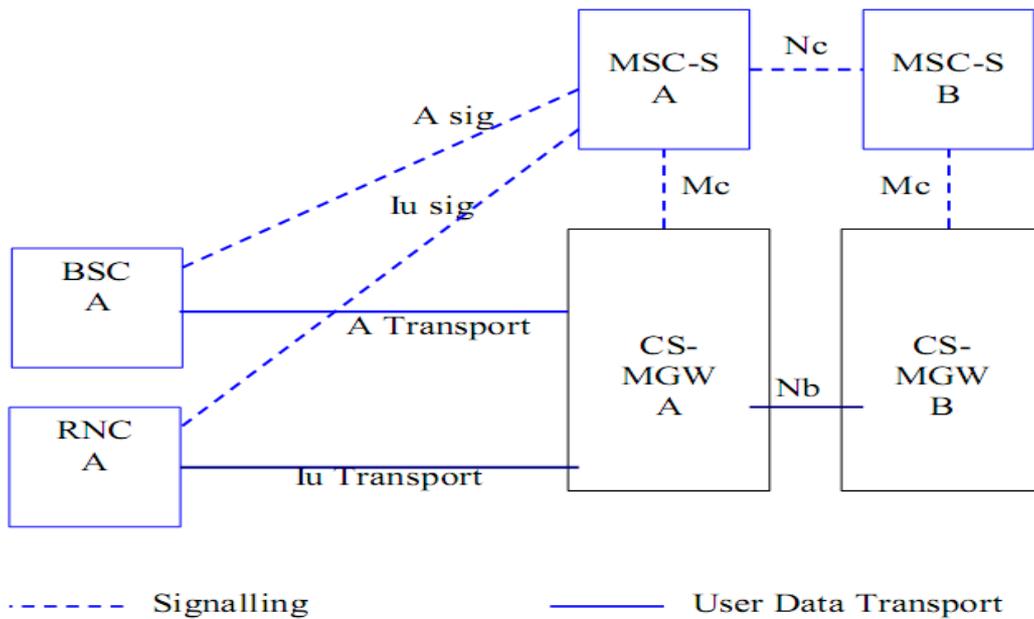


Figure II-9-Architecture fonctionnelle du R4.

II.5.4.1 La Media GateWay (MGW)

II.5.4.1.a Fonctionnalités

- Recevoir, commuter, reformer et retransmettre différents types de flux (user plane) entre différents types de réseaux fixes et mobiles ;
- Effectuer différents traitements comme le transcodage, l'insertion des tonalités et des annonces ;
- De s'occuper du routage, du flux de signalisation entre la partie radio, PSTN, autres PLMNs et le MSS[12].

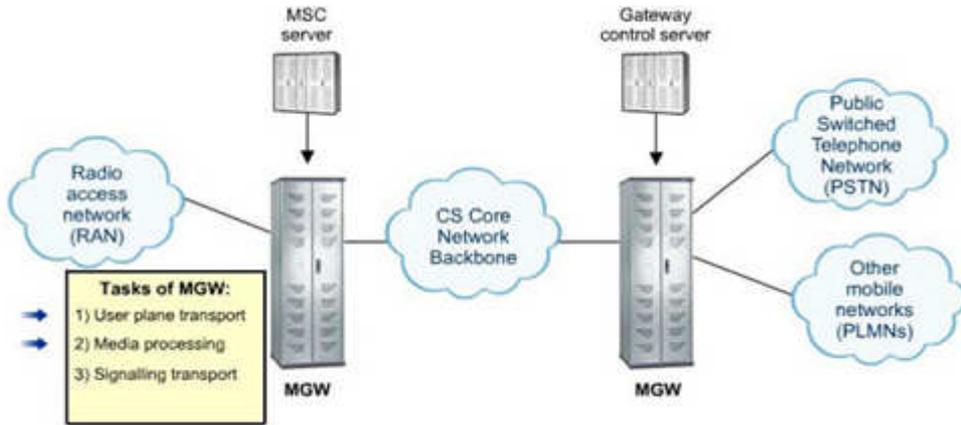


Figure II-10-Fonctionnalités de la MGW.

II.5.4.1.b. Architecture de la MGW

L'architecture de la MGW est basée sur un certain nombre d'unités fonctionnelles, comme le montre la Figure (II-11): [12].

- l'unité de commutation et de multiplexage ;
- l'unité de traitement du signal ;
- l'unité d'interface réseaux ;
- les unités de contrôle hardware.

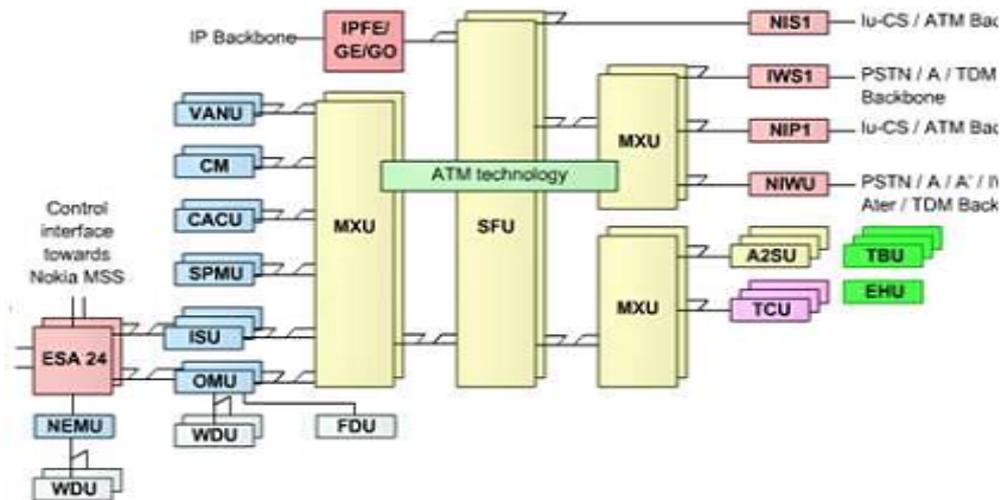


Figure II-11-Les différentes unités constituant la MGW

II.5.4.2 Le MSC Server (MSS)

II.5.4.2.a L'architecture

Le MSS comporte 3 modules différents, On les appelle : IP cabinet ou IPC (IPCF, IPCG, IPCH). Dans chaque module, des unités sont implémentées. Chaque unité réalise une fonction bien spécifique.

- Le module IPCF contient les unités qui s'occupent de la gestion des opérations de maintenance ;
- Le module IPCG contient la majorité des unités de signalisation ;
- Le IPCH est un module optionnel qui sert à la signalisation .

L'architecture fonctionnelle du MSS est donnée par le schéma suivant : [13]

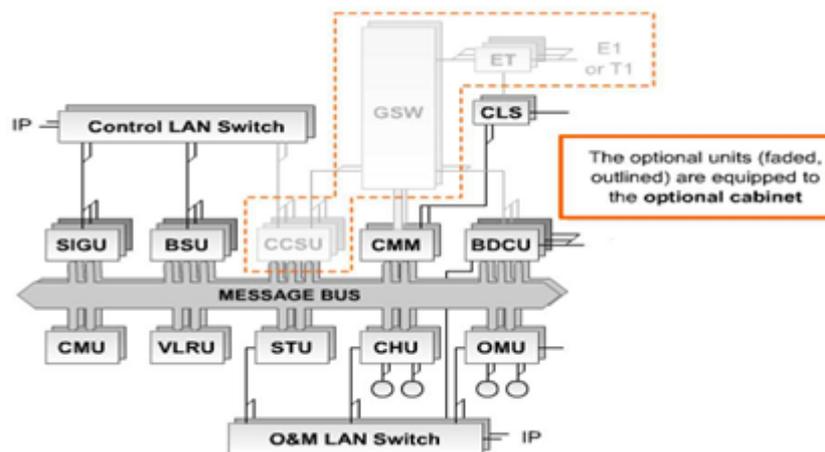


Figure II-12-Architecture fonctionnelle de la MSS.

II.5.4.3 Les interfaces

Mis à part 2 ou 3 interfaces externes qui sont modifiés, les autres restent pratiquement inchangés et identiques à l'ancienne architecture.

- L'interface air A

La MGW supporte l'interface A qui se trouve entre le sous système radio (BSS) et le MSS dans les réseaux GSM, L'interface A est basée sur le TDM ou les données de l'utilisateur telle que la parole, sont prises en charge dans des canaux de 64 Kbits/s.

- l'interface PSTN

C'est l'interface entre la MGW et les réseaux PSTN ou d'autres PLMN ,Celle-ci est basée sur le TDM. Les données de l'utilisateur telle que la parole sont aussi prises en charge par des canaux de 64 Kbits /s , Les protocoles de la partie signalisation du

réseau de signalisation SS7 sont utilisés à travers cette interface telle que l'ISUP 31 et le MAP (Mobile Application Part).

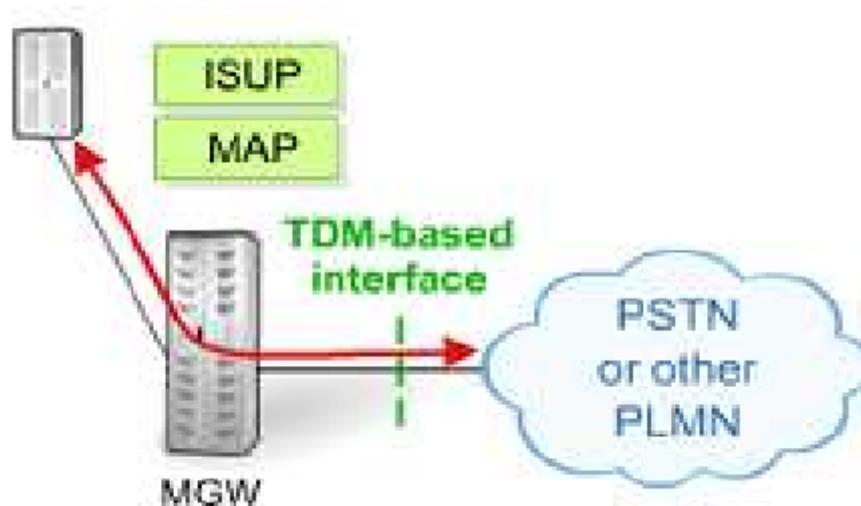


Figure II-13-Interface PLMN.

- L'interface Mc

L'interface Mc se trouve entre la MGW et le MSS, Elle est basée sur le protocole H.248. Le MSS utilise ce protocole pour contrôler la MGW, par exemple.

- Donner une instruction à la MGW pour mettre en place un transport (bearer) via TDM, ATM ou IP.
- Pour insérer les tonalités ou les annonces.

- L'interface Nb

C'est une interface entre la media Gateway et les différents Backbone du domaine de commutation de circuit du réseau Cœur, elle offre une certaine flexibilité pour prendre en charge le trafic du user plane à travers IP, ATM ou TDM.

- L'interface SIGTRAN

Celle-ci prend en charge le trafic de signalisation entre les MSS et MGW, via IP en utilisant le protocole SIGTRAN à la place de connexion TDM ou ATM utilisé dans les autres interfaces (Voir Figure II-14).

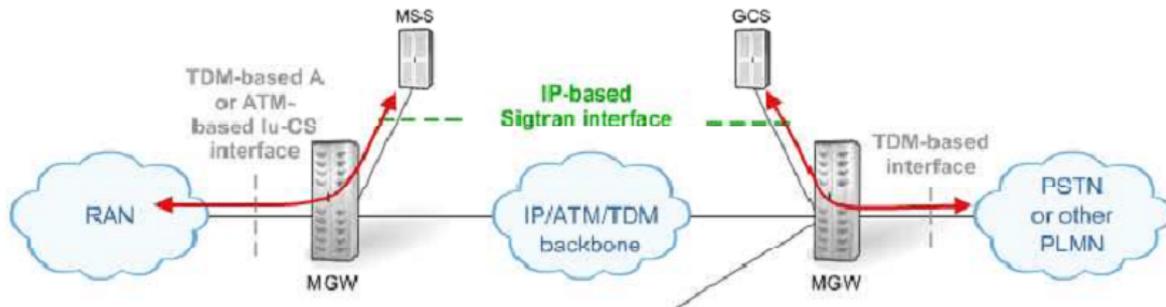


Figure II-14-Interface SIGTRAN.

II.5.4.4 Les protocoles de signalisations

Un certain nombre de protocoles entre les entités sont normalisés afin de permettre l'interfonctionnement entre équipements.

- MEGACO/.H248

Il s'agit d'un protocole de contrôle entre les entités MGC (Media Gateway Controller) et MGW (Media Gateway) de l'architecture NGN (Next Generation Network).

- BICC (Bearer Independent Call Control)

Le protocole BICC est une extension du protocole ISUP pour permettre la commande d'appel et de services téléphoniques sur un réseau de transport IP ou ATM.

- SIGTRAN (Signaling Transport over IP)

SIGTRAN définit un protocole de transport fiable appelé SCTP ainsi qu'ensemble de modules d'adaptation permettant de transporter des protocoles de signalisation téléphonique sur IP.

II.6 CONCLUSION

Nous avons vu dans ce chapitre le principe, les avantages, et l'architecture de la 3GPP Release 4 en détaillant les équipements de base et en citant les différentes unités fonctionnelles qui les constituent.

Dans le chapitre suivant nous allons donner les différents dispositifs mis en place en place pour assurer la fiabilité du réseau cœur de Wataniya.

***Chapitre III - LES TECHNIQUES DE FIABILISATION
DU RESEAU DE WATANIYA***

Chapitre III - LES TECHNIQUES DE FIABILISATION DU RESEAU DE WATANIYA

III.1 INTRODUCTION

L'évolution des réseaux de téléphonie mobile vers la troisième génération 3GPP Release 4 a imposé la mise en place de plusieurs techniques afin d'assurer la fiabilité du réseau et faciliter le recouvrement de ses fonctions en cas de désastre. Nous nous intéressons dans ce chapitre à ces techniques notamment à la solution MSS Pooling dont nous détaillerons les principes.

III.2 TECHNIQUES DE FIABILISATION DU RÉSEAU WATANIYA

La fiabilisation du réseau Wataniya est garantie en mettant en place différentes techniques pour assurer l'interconnexion des équipements introduits par celui-ci, parmi ces différentes technologies on peut citer :

- La mise en place d'une redondance de toutes les unités fonctionnelles ;
- L'utilisation du protocole HSRP entre les unités redondantes ;
- L'utilisation du protocole MSTP aux interfaces Ethernet ;
- L'utilisation du protocole SCTP multi homing (pour la redondance du SCTP) ;
- L'utilisation d'une configuration EtherChannel pour assurer une fiabilité des connexions.

III.2.1 La technique de redondance

La redondance est mise en place pour assurer une certaine fiabilité dans le réseau cœur, et ce en soutenant les différentes unités fonctionnelles en cas de problèmes. Parmi les différentes solutions de redondance utilisées, nous citerons [14] :

- **la redondance 2N** : La redondance 2N est utilisée par les unités fonctionnelles importantes, quand une panne est détectée dans une unité fonctionnelle active, l'unité disponible correspondante devient automatiquement active et l'unité défectueuse peut être alors soit remplacée, soit réparée.
- **la redondance N+1** : Le principe de la redondance N+1 se base sur une seule unité disponible qui est prête à remplacer une unité en panne faisant partie de N unités fonctionnelles identiques.
- **la redondance SN+** : Le principe de cette redondance, qui est aussi le principe de la solution «MSS Pooling», est que la charge de travail est partagée entre toutes les unités fonctionnelles du réseau et si l'une d'entre elles fonctionne mal, les autres unités peuvent prendre en charge et partager la charge entière de travail de cette unité.

III.2.2 La technique du « Hot standby routing Protocol (HSRP) »

Cette technique de routage HSRP est un protocole permettant à un routeur d'être au secours d'un autre routeur situé sur le même réseau Ethernet. Ce protocole est décrit par la Rfc 2281 "Cisco Hot Standby Router Protocol ", le protocole propriété de Cisco et inspiré du protocole normalisé VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol).

Le principe de fonctionnement est que tous les routeurs émulent une adresse IP virtuelle qui sera utilisée comme passerelle par les équipements du réseau LAN. Pour cela, chacun des routeurs configurera son protocole HSRP avec un niveau de priorité. Celui qui disposera du plus grand niveau de priorité se verra élu et sera actif. Les autres seront passifs en attendant la perte du premier routeur.

La communication liée au protocole HSRP entre les routeurs se fait par l'envoi de paquets Multicast. Cela permet principalement d'élire le routeur actif et de tester (track) sa présence. Les hôtes IP du réseau LAN sont clients du routeur virtuel via l'adresse IP et l'adresse MAC émulées. Le protocole STP (Spanning Tree Protocol) garantit l'unicité du chemin logique entre toutes les destinations sur le réseau en bloquant intentionnellement les chemins redondants susceptibles d'entraîner la formation d'une boucle. Un port est considéré comme bloqué lorsqu'aucune donnée ne peut être envoyée ou reçue sur ce port, seul le routeur actif répondra à ces adresses jusqu'au moment où il ne sera plus disponible (panne). A ce moment là, l'un des routeurs de backup prendra dynamiquement le relais.

III.2.3 La technique du MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol)

III.2.3.1 Le protocole STP (Spanning Tree Protocol)

Ce protocole utilise des trames BPDU (Bridge Protocol Data Unit) pour empêcher la formation de boucles sur le réseau. Le blocage des chemins redondants est essentiel pour empêcher la formation de boucles. Les chemins physiques sont préservés pour assurer la redondance, mais ils sont désactivés afin d'empêcher la création de boucles. Si le chemin est amené à être utilisé en cas de panne d'un commutateur ou d'un câble réseau, l'algorithme Spanning Tree (STP) recalcule les chemins et débloque les ports nécessaires pour permettre la réactivation du chemin redondant [15].

III.2.3.2 Le protocole MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol)

Dans un seul réseau VLAN (Virtual Local Area Network), le protocole traditionnel STP décrit plus haut, peut bien fonctionner. Mais si la topologie devient plus complexe ou que le nombre de réseaux VLAN augmente, c'est le protocole MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) qui est plus indiqué [14].

III.2.4 Le protocole SCTP (Stream Control Protocol)

Ce protocole est principalement utilisé pour les connexions nécessaires pour le plan de contrôle (signalisation), chaque unité de signalisation contient deux interfaces Ethernet. Il peut employer les deux interfaces de sorte que l'une fonctionne en tant que chemin primaire et l'autre comme chemin secondaire. La signalisation du trafic passe par le chemin primaire, mais si ce chemin échoue, le protocole SCTP peut renvoyer les messages à l'aide du chemin secondaire. De cette manière, on s'assure qu'aucun des messages ne se perd si une liaison est rompue [14].

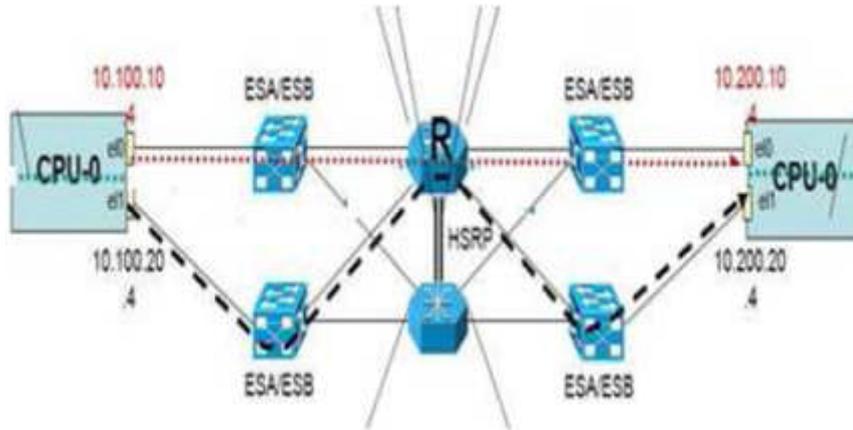


Figure III-1-Fonctionnement du Protocole SCTP multi-cibles.

La figure ci-dessus illustre les deux chemins possibles entre deux unités de signalisation : le chemin primaire illustré en trait rouge discontinu (entre l'interface Ethernet e0 et l'interface e0) et le chemin secondaire en trait noir discontinu (entre l'interface Ethernet e1 et l'interface e1).

III.2.5 La configuration du lien Etherchannel :

Le lien Etherchannel est un port d'agrégation de liens qui permet de regrouper plusieurs liens Ethernet physique en un lien Ethernet logique dans le but d'apporter une haute tolérance aux défaillances et des liens de haut débit entre les switches, routeurs et serveurs, cependant l'avantage le plus notable des liens Etherchannel est qu'ils permettent de créer un lien de bande passante élevé à tous les niveaux du réseau [16].

III.3 LA SOLUTION DE RECOUVREMENT « MSS POOLING »

La technique MSS Pooling (ou technique SN+ décrite précédemment), est la solution adoptée par Wataniya Telecom Algérie pour le recouvrement de son réseau en cas de désastre.

Cette solution apporte un nouveau mode de gestion du réseau où un contrôleur RNC/BSC peut être relié à plusieurs commutateurs MSS (MSC Server) au lieu d'un seul comme cela se fait maintenant l'évolution du réseau. L'avènement de cette solution offre divers avantages dans la gestion du réseau [17] :

- Les MSSs multiples partagent la charge du réseau. Cette conception aide à améliorer l'utilisation des ressources du réseau cœur et épargne l'investissement sur l'équipement ;
- Les handovers inter-MSS sont réduits et la qualité des conversations des abonnés est améliorée ;
- la mise à jour inter-MSS et le trafic de signalisation sur l'interface C/D sont réduits ;
- Améliore la fiabilité du réseau ;

Nous décrivons ci-après les principaux concepts et principes techniques du MSSPool.

III.3.1 Les concepts du MSSPool

III.3.1.1 MSS Pool et MSS Pool area

Suivant les indications de la figure III-2, un MSS pool comporte un groupe de MSS (MSC server). Le secteur servi par un MSS pool s'appelle MSS pool area. De la perspective du contrôleur RNC/BSC, si un ou plusieurs contrôleurs RNC/BSC appartiennent à un MSS pool, toutes les aires de service des contrôleurs RNC/BSC consistent en un MSS pool area. Tous les abonnés dans la région du pool sont servis par les tous les MSSs du Pool.

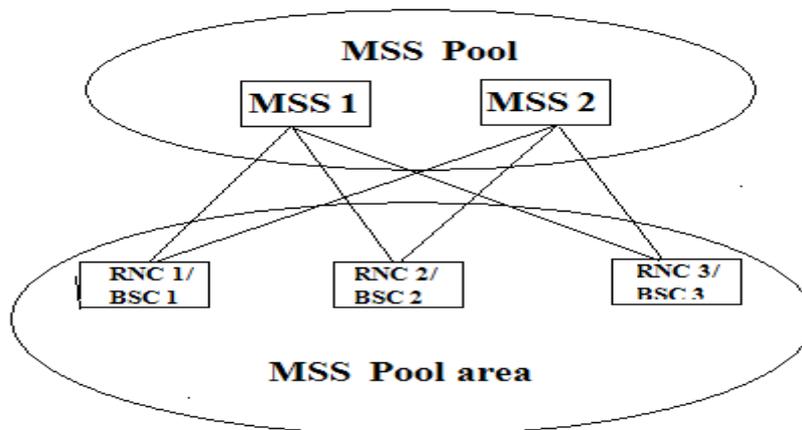


Figure III-2 - MSS Pool et MSS Pool area.

III.3.1.2 Contrôleurs RNC/BSC en dehors du MSS Pool area

Les MSSs dans un MSS Pool peuvent commander un ou plusieurs contrôleurs RNC/BSC en dehors du MSS Pool. Ces RNC/BSC s'appellent les RNCs/BSCs en dehors de la région du MSC Pool, comme montré sur la figure III-3.

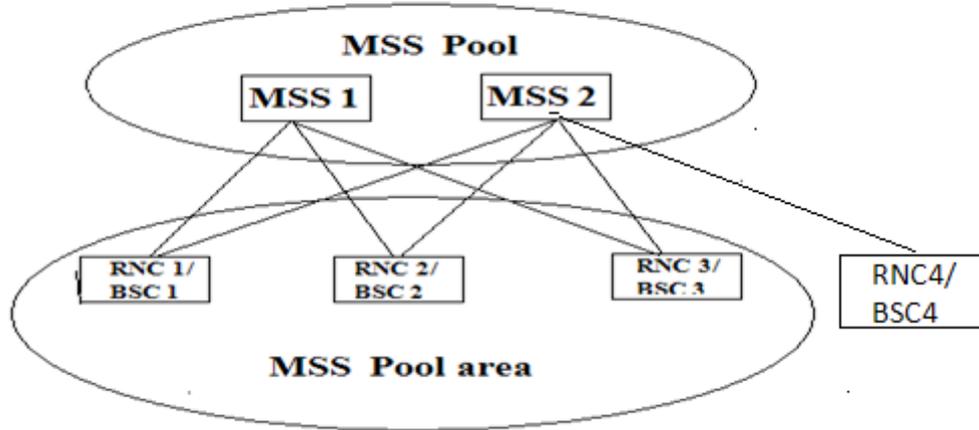


Figure III-3 -RNC/BSC en dehors du MSS Pool area.

III.3.1.3 L'identifiant TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity)

Le TMSI est un identifiant provisoire qui est assigné à l'abonné mobile quand il est enregistré dans un MSS. Le TMSI est employé pour augmenter la confidentialité de l'abonné en évitant l'envoi de l'identité IMSI du mobile (International Mobile Equipment Identity) sur l'interface air. Une fois qu'un TMSI a été assigné à un équipement utilisateur (UE), le TMSI est employé par l'utilisateur pour s'identifier dans le réseau.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	...	0	
CS/PS		VLR restart							NRI range												

Bits 31-30

Bit 29

Bits 23-n(n≥14)

Other bits

CS/PS service indicator

VLR restart count

NRI

user IDs

Figure III-4-Structure du TMSI.

III.3.1.4 L'identifiant NRI (Network Resource Identifier)

Quand un mobile MS/UE s'inscrit à un MSC server(MSS) du MSS Pool pour la première fois. Le MSS assigne un TMSI contenant le NRI local pour le MS/UE, Quand le MS/UE lance un service, le NRI est contenu dans le message de demande de déclenchement de service. Le RNC/BSC conduit le service au MSS basé sur le NRI contenu De cette façon, chaque service lancé par le MS/UE dans la région du MSS Pool peut être conduit au MSS correspondant auquel le MS/UE s'est inscrit. Dans ce cas-ci, quand un MS/UE erre dans la région du MSS pool, le MSS attribué n'a pas besoin d'être changé. Comparé à la gestion de réseau

traditionnelle, le nombre de messages de signalisation de mise à jour d'endroit par l'interface C/D est réduit.

Une valeur NRI définit un MSS unique dans le MSS Pool. Afin d'avoir un dispositif MSS Pool actif, chaque membre du MSS Pool doit posséder une valeur NRI avec une longueur différente de zéro. Si la longueur du NRI est zéro, le MSS n'assigne aucune valeur NRI au TMSI et le dispositif du MSS Pool n'est pas opérationnel.

Plus d'une valeur NRI peut être assignée à un MSS servant un MSS Pool area. La capacité d'abonnés dans un MSS peut être augmentée en assignant une nouvelle valeur additionnelle NRI au MSS. Toutes Les valeurs NRI doivent avoir la même longueur si elles appartiennent au même MSS Pool.

III.3.1.5 Null-NRI

Pendant la migration d'abonné, un null-NRI est employé pour demander au contrôleur RNC/BSC de resélectionner un autre MSC pour le MS/UE.

III.3.1.6 Non-broadcast LAI

C'est un identifiant de la zone de localisation LAI spécial, codé avec les LAI communs sur une base unifiée. Pendant la migration d'abonné, il est employé pour déclencher le mobile MS/UE pour exécuter la mise à jour d'endroit.

III.3.1.7 Virtual MGW

Une Media Gateway (MGW) est contrôlée par un MSC server MSS. Une MGW peut être divisée en beaucoup de MGW virtuelles qui sont contrôlées par différents MSC server.

III.3.1.8 L'interface ISU (Interface Signalling Unit)

La MGW est divisée en autant de VMGW que ils ya d'ISU dans la MGW afin de réaliser l'équilibrage de la charge .

III.3.1.9 PRN (Provide Roaming Number)

Le PRN est un Message MAP intervenant entre le VLR courant et le HLR.

III.3.1.10 NAS

Couche fonctionnelle fonctionnant entre le mobile (MS/UE) et le réseau cœur. Cette couche véhicule le trafic et les messages de signalisation entre le réseau cœur et le mobile MS/UE.

III.3.1.11 NNSF (NAS Node Selection Function)

Cette fonction permet de sélectionner un MSS à l'intérieur du Pool.

III.3.1.12 MSS (MSC Server)

Le MSC server s'applique à la structure de la gestion du réseau R4.

III.3.2 Les Principes techniques du MSSPool

III.3.2.1 Équilibrage de la charge

Dans la gestion du réseau du MSS Pool, quand un contrôleur RNC/BSC se connecte aux MSSs multiples(cf.fig III-5) , le RNC/BSC doit choisir un MSS pour le service. La fonction qui choisit un MSS pour un MS/UE est la fonction NNSF.

- Quand un mobile MS/UE lance un service basé sur l'IMSI/IMEI, le RNC/BSC suit le principe de l'équilibrage de la charge. Il choisit un MSS valide pour servir le MS/UE selon la proportion de la capacité d'abonnés de chaque MSS valide dans le MSS Pool. Quand le MS/UE lance un service utilisant l'IMSI/IMEI, le MSS choisi assigne un TMSI contenant le NRI du MSS pour le MS/UE.
- Quand un mobile MS/UE lance un service utilisant un TMSI, le contrôleur RNC/BSC choisit un MSS pour le MS/UE selon sa table de cartographie entre NRI et MSS dans le MSS Pool .Quand le MSC choisi est inadmissible ou il n'y a aucune cartographie entre NRI et MSS, le contrôleur RNC/BSC suit le principe de l'équilibrage de la charge. Il choisit un MSS valide pour servir le MS/UE selon la capacité d'abonnés des MSSs valides dans le MSS Pool. Le MSS choisi assigne un TMSI contenant le NRI du MSS pour le MS/UE.
- Quand le MSS envoie un message de pagination au MS/UE appelé, le contrôleur RNC/BSC stocke temporairement la cartographie répertorié entre l'IMSI et le MSS qui envoie le message de pagination. Quand le MS/UE appelé répond au réseau en utilisant un IMSI, le RNC/BSC choisit un MSS selon la cartographie entre NRI et MSS si la réponse contient un NRI. Autrement, le RNC/BSC choisit un MSS pour le MS/UE selon la cartographie entre l'IMSI temporairement stocké et le MSS. Dans ce cas-ci, la réponse de pagination peut être envoyée au MSS envoyant le message de pagination, et l'appel peut être relié avec succès. Quand le MSC choisi est inadmissible ou un MSS ne peut pas être choisi selon la cartographie, le RNC/BSC suit le principe de l'équilibrage de la charge pour choisir un MSS valide.

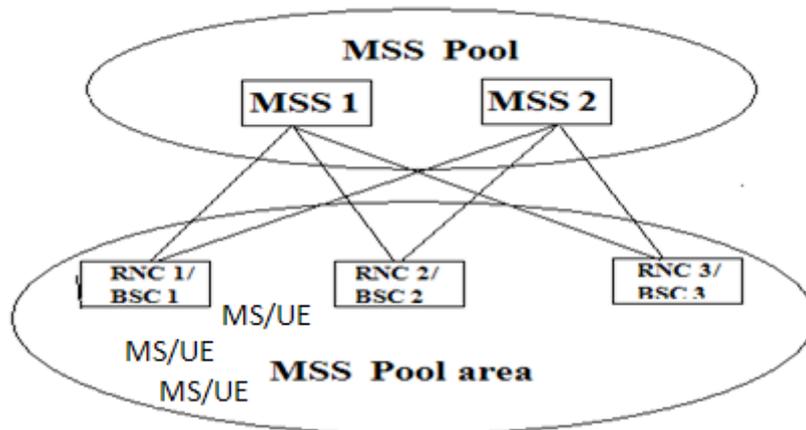


Figure III-5-Équilibrage de la charge.

III.3.2.2 Handover

- Handover dans le MSS Pool area

Comme n'importe quelle zone de localisation dans la région du MSS Pool est servie par tous les MSSs dans le MSS Pool, seulement un handover inter-LA est exécuté pour le MS/UE qui se déplace dans le MSS Pool area pendant la conversation.

- Handover au MSS Pool area

Les MSSs en dehors du MSS Pool peuvent employer n'importe quel MSS du MSS Pool comme cible MSS pendant le handover.

- Handover hors MSS Pool area

Tous les abonnés servis dans le MSS Pool area peuvent se rattacher à un MSS en dehors de la région du MSS pendant le handover.

III.3.2.3 Tolérance envers les désastres

Le mécanisme d'équilibrage de la charge fait la gestion du réseau MSS Pool quand un MSS dans le MSS Pool est défectueux. Le contrôleur RNC/BSC identifie le MSS défaillant et transfère les services qui lui étaient assignés à un autre MSS valide dans le MSS Pool.

- **Pour des origines d'appel**

Quand un MSS dans le MSS Pool est inadmissible en raison d'une panne, les demandes de service lancées par des abonnés dans le MSS sont conduites à d'autres MSS valides (nouveaux MSS) par l'algorithme de l'équilibrage de la charge. En conséquence, le recouvrement des pertes peut être réalisé.

- Dans le cas où mobile MS/UE lance la mise à jour d'endroit, un nouveau MSS met à jour directement l'endroit du MS/UE pour enregistrer le MS/UE dans le MSS et assigne un TMSI contenant le NRI du MSS pour le MS/UE .

- Dans le cas qu'un abonné lance un appel, le nouveau MSS indique que le MS/UE est un abonné inconnu. Dans ce cas-ci, le MS/UE s'inscrit à un MSS valide dans le MSS Pool.
- Si une complète mise à jour d'endroit est autorisée, le nouveau MSS met à jour l'endroit du MS/UE sur une base complète (mise à jour d'endroit au HLR sur l'interface C/D) pour enregistrer le MS/UE dans le MSS. Puis, le MSS assigne un TMSI contenant le NRI du MSS pour le MS/UE et relie l'appel.

• **Pour l'arrêt d'appel**

Quand un MSC server (MSS) dans le MSS Pool échoue (cf.fig III-6), le HLR ne peut pas envoyer le Provider Roaming Number (PRN) au MSS. Dans ce cas-ci, les abonnés enregistrés dans le MSS ne peuvent pas s'appeler. Les abonnés peuvent s'appeler seulement après qu'ils mettent à jour leurs endroits où ils sont enregistrés dans d'autres MSS valides dans le MSS Pool en lançant des appels.

Quand le MSS défectueux récupère, il doit lancer la pagination dans le réseau entier pour obtenir l'information des d'abonnés parce qu'il ne contient pas les LAIs des abonnés.

En mode de gestion du réseau du MSS Pool, la pagination entière du réseau n'est pas lancée habituellement parce que la région du MSS Pool est très grande. Ceci peut également causer l'échec d'arrêt d'appel.

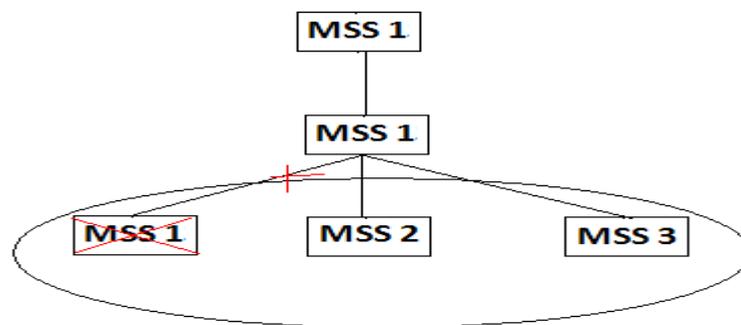


Figure III-6-Échec d'un MSC dans le MSC Pool.

III.3.2.4 Gestion de la pagination

Un MSS Pool area comporte plusieurs zones de service. Si la pagination du réseau entier est permise, les canaux de pagination seront probablement saturés. La pagination dans le réseau entier est limitée par les moyens suivants :

- La configuration des données pour commander si une pagination entière dans le réseau est permise ;
- Si la pagination dans le réseau entier est permise, la cadence de pagination doit être commandée, comme deux fois par seconde ;

- Si la pagination de l'abonné ne reçoit aucune réponse dans la zone de localisation LA courante, le système doit permettre la pagination dans la LA adjacente au lieu de la pagination dans le réseau entier ;

III.3.3 Fonctionnement du pooling dans les situations de désastre

III.3.3.1 Défaillance d'un MSS

Dans un réseau mobile traditionnel, un contrôleur RNC/BSC peut être relié à un seul MSS, en cas où ce MSS devient défaillant toutes les communications seront perdues.

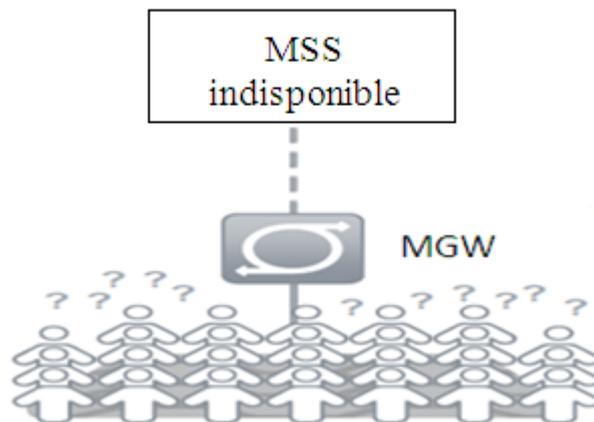


Figure III-7-MSC indisponible avant le Pooling [19].

En mode de gestion du réseau du MSS Pool, un contrôleur RNC/BSC peut être relié à plusieurs MSSs .En cas où un MSS tombe en panne les autres MSS vont prendre en charge sont trafic.

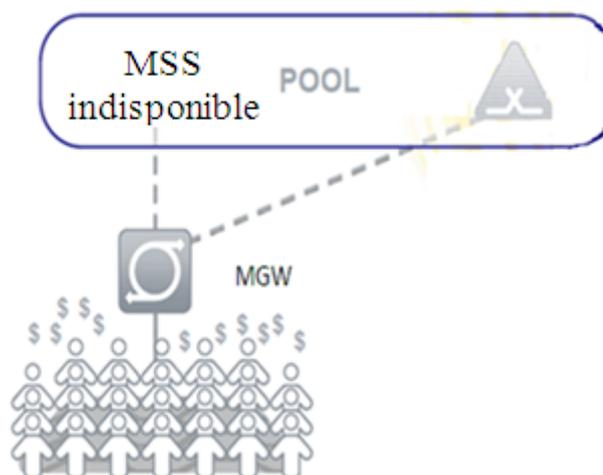


Figure III-8-MSS indisponible après le Pooling .

III.3.3.2 Congestion d'un VLR

L'architecture avant le Pooling conduisait à des congestions dans le VLR, dans le cas où une zone est chargée par des abonnés qui dépassent sa capacité, donc les abonnés auront des difficultés à établir des appels.

Pour remédier à ce problème l'opérateur téléphonique doit augmenter la capacité de ses registres VLR ce qui n'est pas en faveur de l'opérateur au niveau coût.

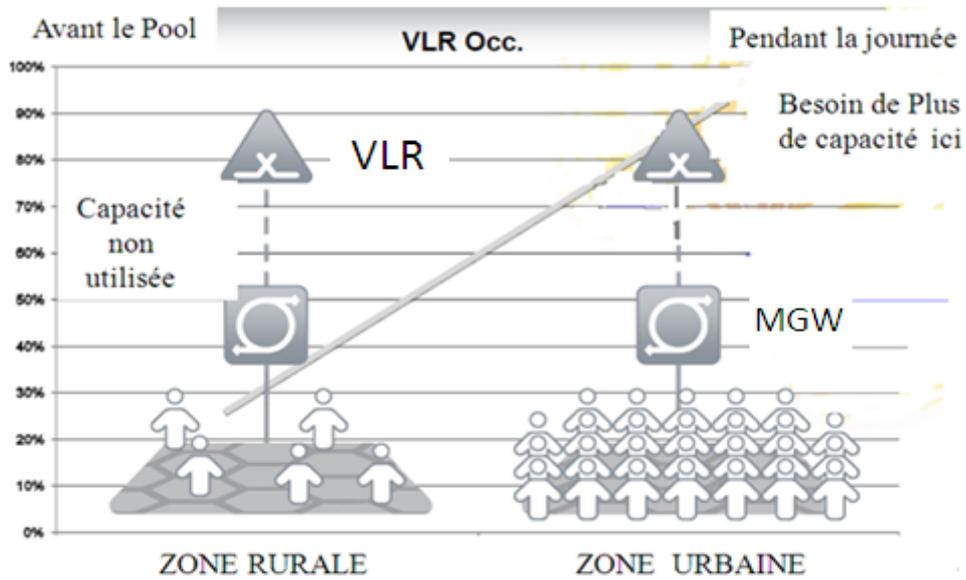


Figure III-9-ajout de la capacité des VLR dans les zones urbaines pendant la journée.

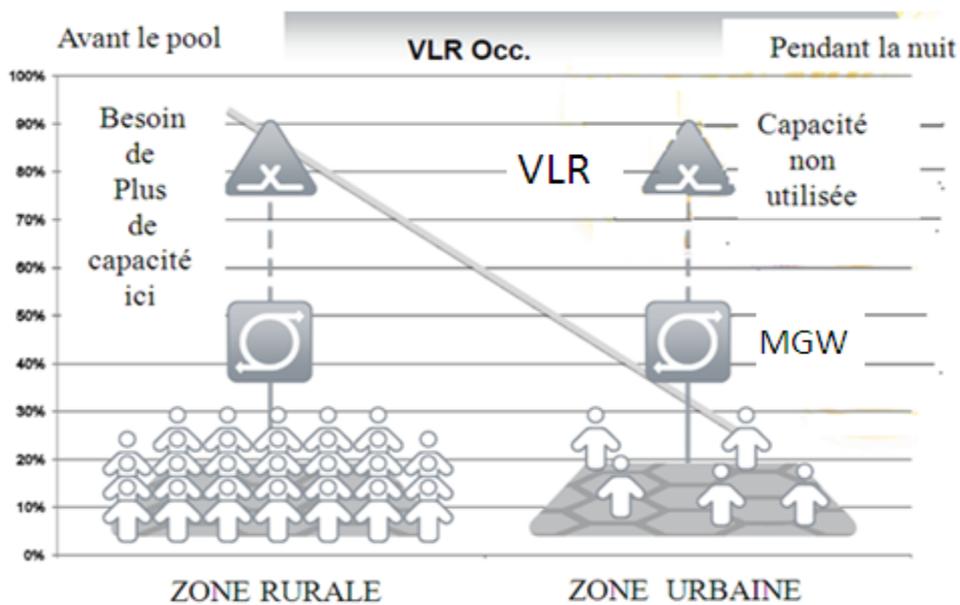


Figure III-10-Ajout de la capacité des VLR dans les zones rurales pendant la nuit.

Ce qui n'est pas le cas dans le pooling car un de ses avantages est le partage de la capacité de ses VLR entre tous les abonnés du Pool.

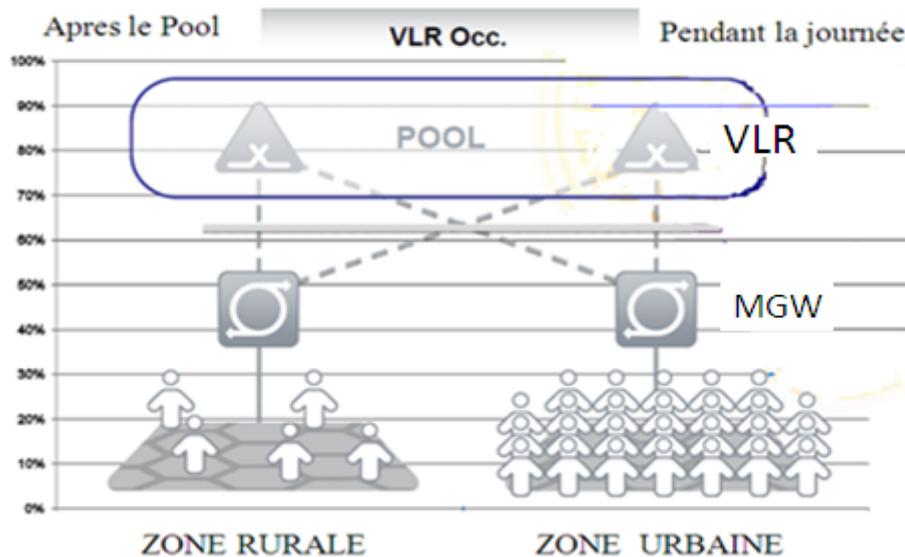


Figure III-11 - Partage de la capacité des VLRs entre les abonnés du Pool pendant la journée

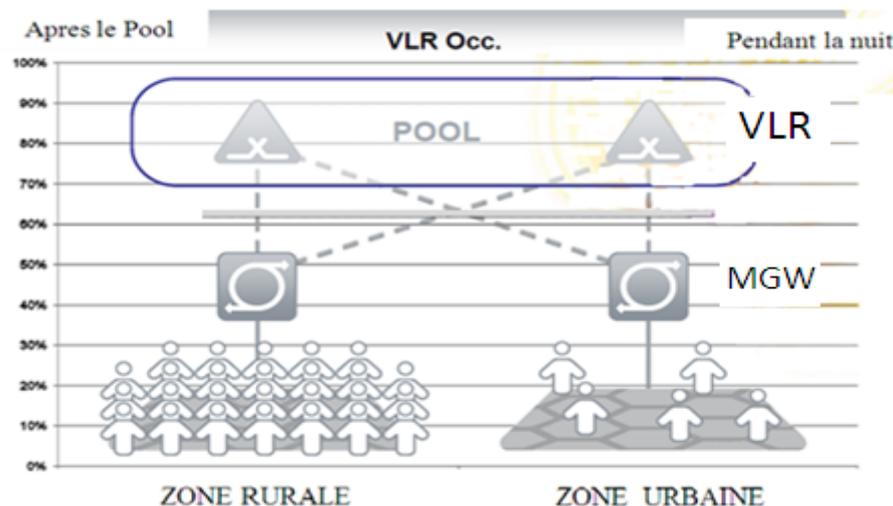


Figure III-12-Partage de la capacité des VLR entre les abonnés du Pool pendant la nuit.

III.4 CONCLUSION

La commande d'un contrôleur RNC/BSC par un seul MSC server (MSS) Conduit à certaines limitations telles que la congestion d'un registre VLR et la panne d'un MSS .

En revanche permettre aux contrôleurs RNCs/BSCs de se relier à un certain nombre de MSC server (MSS) augmente la performance du réseau en termes d'évolutivité, distribution de la charge du réseau parmi les différentes parties et réduit la signalisation.

*Chapitre IV-planification du MSS Pool dans le réseau de
Wataniya Telecom*

Chapitre IV-planification du MSS Pool dans le réseau de Wataniya Telecom

IV.1 INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent, nous avons introduit quelques concepts de base de la technique MSS Pooling, utilisée pour le recouvrement du réseau en cas de perte.

A présent, nous allons décrire le réseau de Wataniya dans sa structure actuelle pour ensuite Dérouler les diverses phases de déploiement de la solution MSS Pool.

IV.2 RESEAU ACTUEL DE WATANIYA

Le déploiement de la 3GPP Release 4 sur le réseau de 2 eme Génération de téléphonie mobile (GSM) de Wataniya, à décomposé le commutateur MSC en deux entités pouvant être déployées de manière distribuée. Le MSC est décomposé en un MSC server (MSS) et en une Media Gateway (MGW).

IV.2.1 Architecture

L'architecture d'origine du réseau Wataniya sans le Pooling est représentée par les figures IV-1 et IV-2 :

- Les Media Gateway (MGWs) sont contrôlées par un seul MSC server MSS. En cas de défaillance de ce dernier tous les abonnés de la MGW perdront la couverture ;
- Chaque contrôleur BSC est contrôlée par une seule MGW .en cas de défaillance de cette dernière le BSC deviendra hors service.

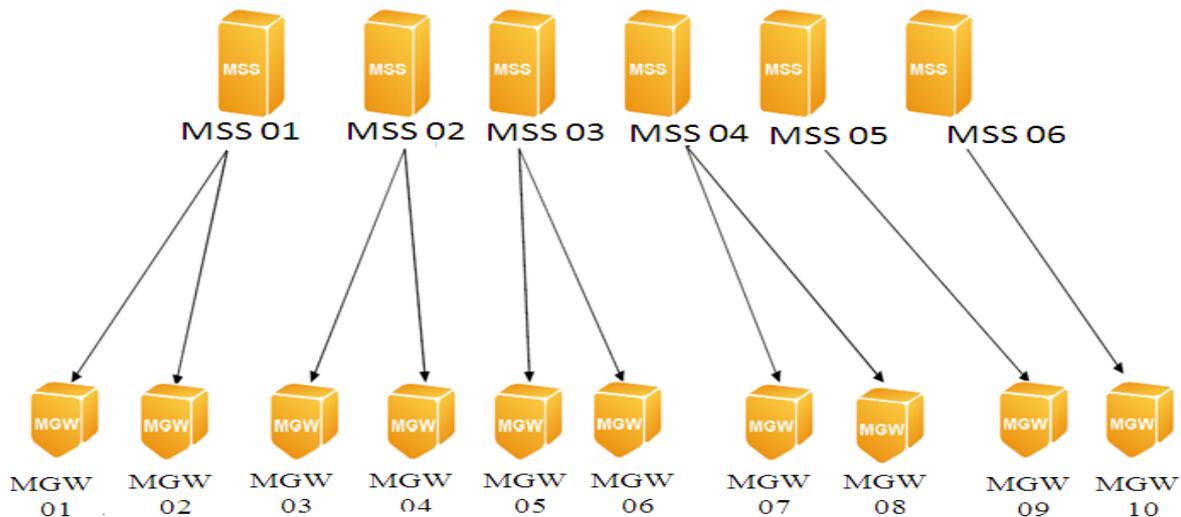


Figure IV-1-Architecture du réseau (plan contrôle)

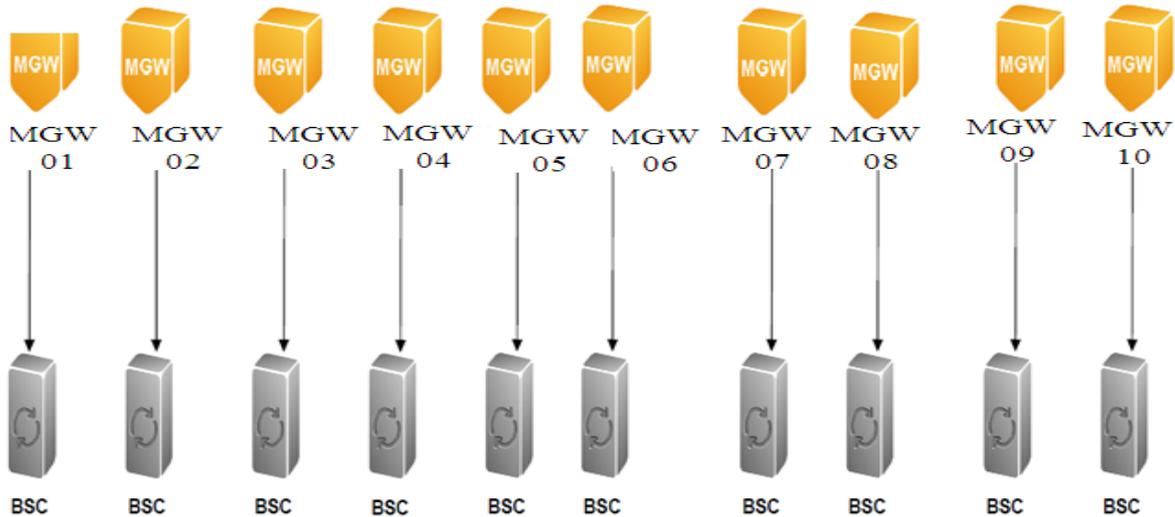


Figure IV-2-Architecture du réseau (plan usager)

IV.2.2 Caractéristiques des équipements

Les caractéristiques des équipements existants dans le réseau cœur de Wataniya sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristiques/NE	MSS/VLR	MGW
Nombre	6	10
Total	7.3 millions d'abonnés	156 kErl
Redondance	Aucune	Aucune

Tableau IV-1-caractéristique des équipements.

IV.2.3 Comportement du réseau

Le réseau est sous contrôle 24h/24 afin de permettre un bon service à l'abonné même dans les situations de désastres. Le générateur fourni par le constructeur nous permet de générer des matrices et des graphes du trafic pour chaque équipement du réseau afin de faciliter le contrôle, la maintenance et la détection des dégradations (la congestion, crash).

Pour visualiser le comportement du réseau des différents commutateurs MSC server (MSSs) /registres (VLRs) du réseau de Wataniya avant la conception du pool ,Nous avons utilisé le générateur NetAct fourni par le constructeur Nokia.

Nous représentons sur les graphes suivant l'état du trafic et le nombre d'abonnés dans divers commutateurs MSS sur une période d'une semaine.

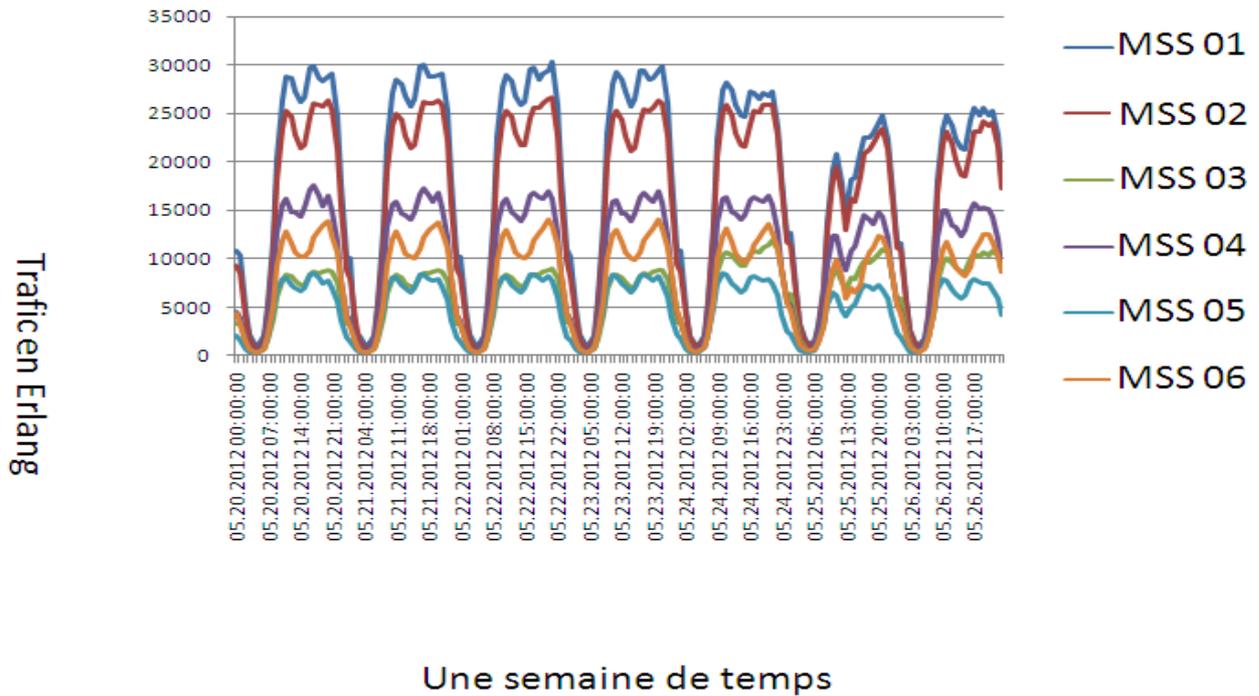


Figure IV-3-traffic en Erlang des MSS du réseau.

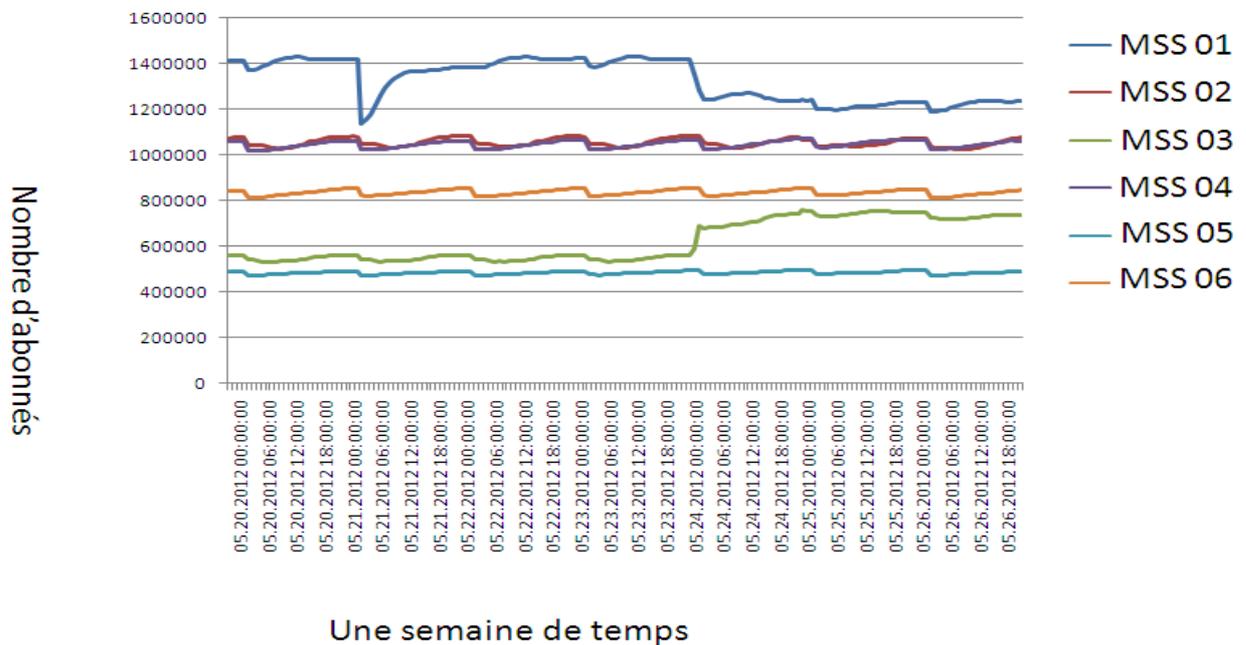


Figure IV-4-nombre d'abonnés des VLRs du réseau.

Ces graphes nous renseignent sur l'état du réseau durant la période considérée. Nous notons:

- Une inégalité de partage de la charge du réseau entre les MSSs du réseau ;
- Une inégalité du nombre d'abonnés pris en charge par les VLRs du réseau ;

- Une diminution du nombre d’abonnés et de la charge en Erlang du MSS 01 à partir de la date du 23 mai 2012 ;
- Une augmentation du nombre d’abonnés et de la charge en Erlang du MSS 05 à partir de la date du 23 mai 2012 .

IV.3 CONCEPTION DU POOL

La conception du Pool touche toute la structure du réseau tant sur le plan architectural que le matériel et les logiciels. Le déploiement de cette solution s’articule principalement sur trois étapes comme illustré par la figure suivante :

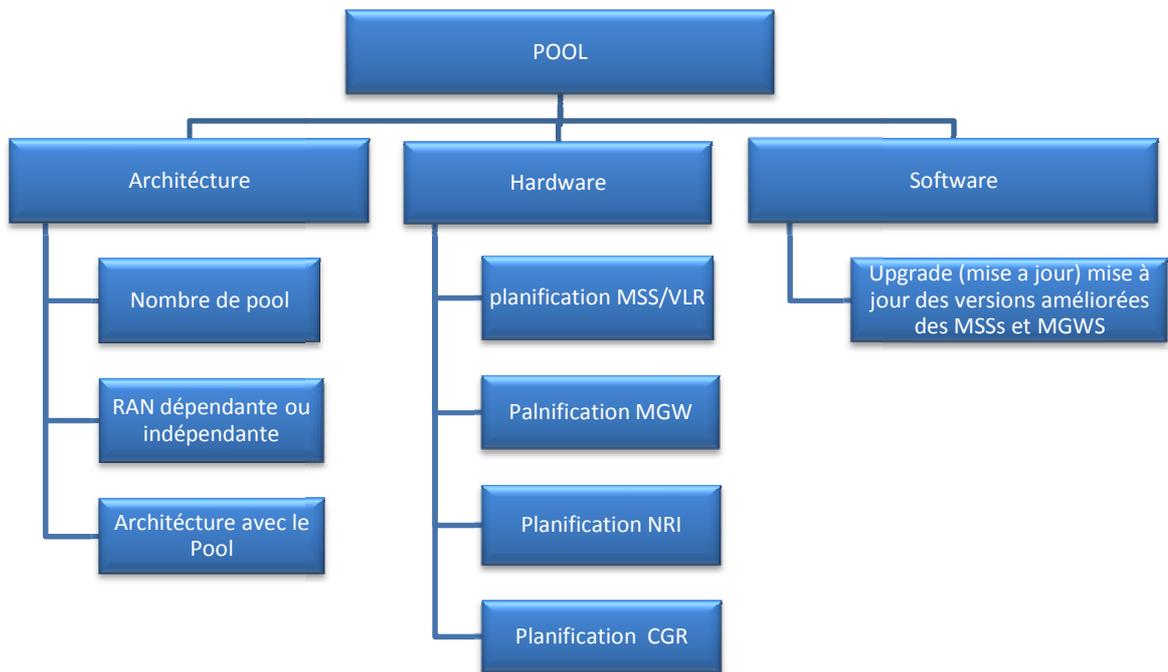


Figure IV-5-organigramme synoptique de conception.

IV.3.1 Incidence sur l’architecture

IV.3.1.1 Le nombre de Pools :

Beaucoup de facteurs sont liés pour la détermination du nombre de Pool :

- Plus le nombre de MSS dans le Pool est grand, plus la signalisation devient dense ;
- L’augmentation du nombre de Pools dans le réseau augmente les handovers et les mises à jour inter-MSS ;
- les pools peuvent être créés sur la base des emplacements géographiques des MSSs/MGWs et des habitudes de déplacement des abonnés.

Il faut noter qu'au maximum 10 MSS peuvent être attachés à un seul Pool.

Deux configurations de Pool sont proposées pour l'opérateur Nedjma .

- Un seul Pool couvrant tout le réseau ;
- Plusieurs pools couvrant tout le réseau.

IV.3.1.1.1 Un seul Pool couvrant tout le pays /réseau

Ce genre de solution est généralement adapté au pays qui ont un moyen réseau de couverture.

Avantages :

- Meilleure utilisation de la capacité des MSSs ;
- Réduction des mises à jour d'endroits inter-MSSs et des handovers inter-MSSs ;
- La configuration du routage est identique dans tous les MSSs.

Inconvénients :

- Les circuits de l'interface A sont divisés entre tous les MSSs. Ceci réduit l'efficacité de la capacité utilisée ;
- Augmentation du nombre de vMGW dans chaque MGW physique puisque chaque MSS du Pool commande une vMGW dans chaque MGW physique ;
- L'attribution des membres existants d'unités de signalisation (ISUs) dans les MGW peuvent être difficile si il ya beaucoup de MSS dans le Pool.

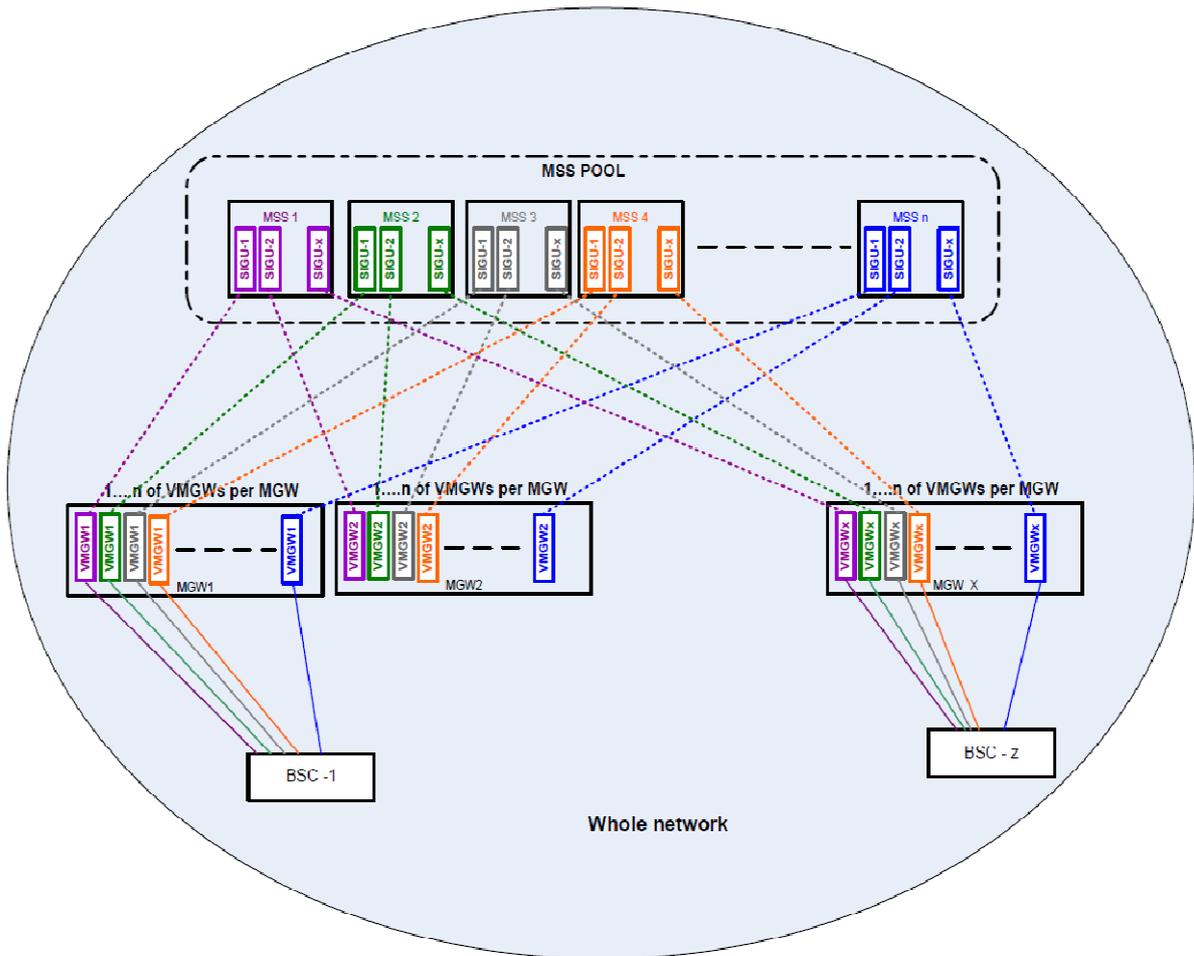


Figure IV-6-un seul Pool couvrant tout le réseau.

IV.3.1.1. Plusieurs Pool couvrant tout le pays /réseau

Ce genre de solution est généralement recommandé pour les réseaux qui possèdent une vaste région de couverture et un grand nombre d'abonnés.

Avantages :

- Dans les réseaux qui couvrent de grandes villes et pays il peut être bénéfique d'avoir plusieurs Pool areas par exemple selon les différents secteurs géographiques ;
- Le plan de routage est plus simple ;
- Le taux d'utilisation du lien de transmission est meilleur que si toute la ville ou le réseau est couvert par un seul Pool.

Inconvénients :

- Une plus grande capacité de registreVLR est nécessaire ;
- Présence de handovers et mises à jour d’endroits inter-MSC entre les Pools ;
- Un plan de routage différent pour chaque MSS dans un Pool.

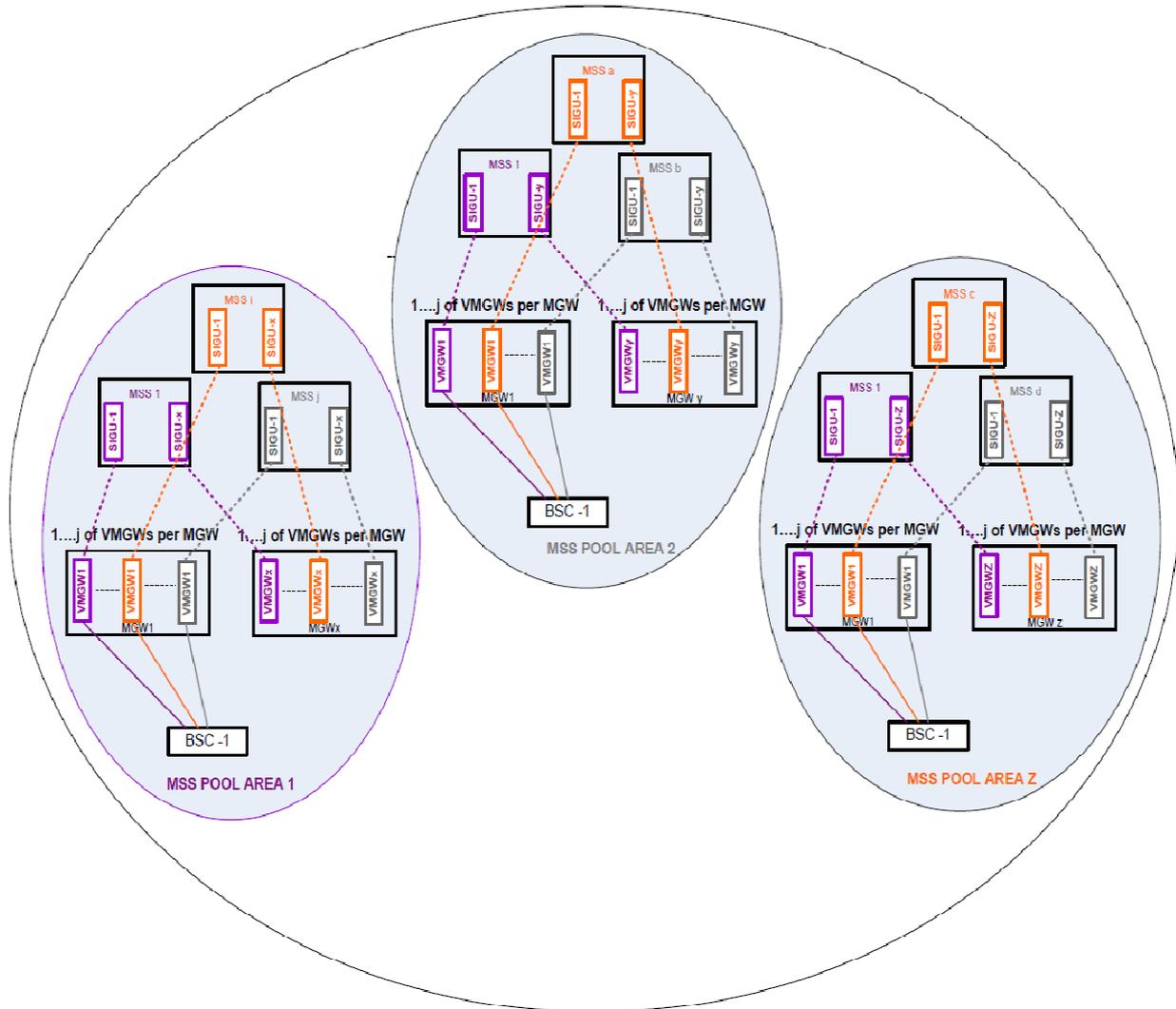


Figure IV-7-plusieurs Pool dans un réseau.

IV.3.1.2 Choix de la partie accès (RAN) dépendante ou indépendante

L'équilibrage de la charge entre les MSSs est contrôlé soit par les contrôleurs BSC ou par les Media Gateway MGW selon la proportion de la capacité de chaque MSS du Pool.

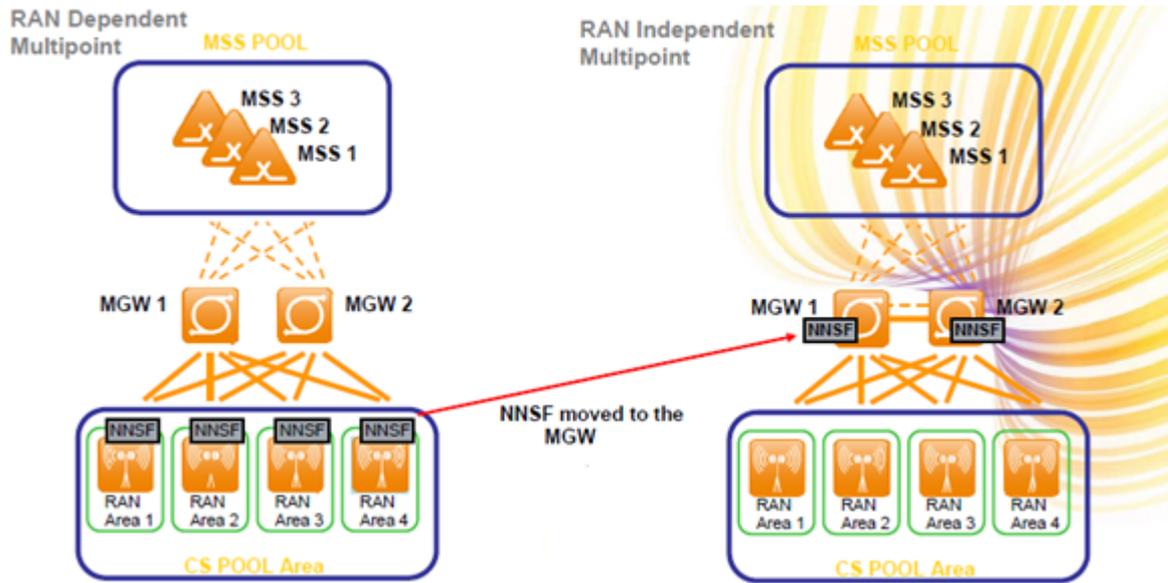


Figure IV-8-RAN dépendantes et indépendantes. [18]

Dans notre étude nous avons opté pour un réseau d'accès indépendant car il est plus facile à contrôler, plus efficace et plus évolué.

IV.3.1.3 Architecture avec le Pool

L'architecture proposée avec un seul Pool pour tout le réseau de Wataniya est représentée par les figures 9 et 10 .

Nous remarquons dans cette nouvelle architecture que :

- Les MGWs sont contrôlées par tous les 6 MSSs dans le réseau, en cas d'échec d'un MSS les autres MSSs prendront le relais.
- Chaque BSC est relié à deux MGWs, si une MGW cesse de fonctionner l'autre MGW prendra le contrôle des BSCs.

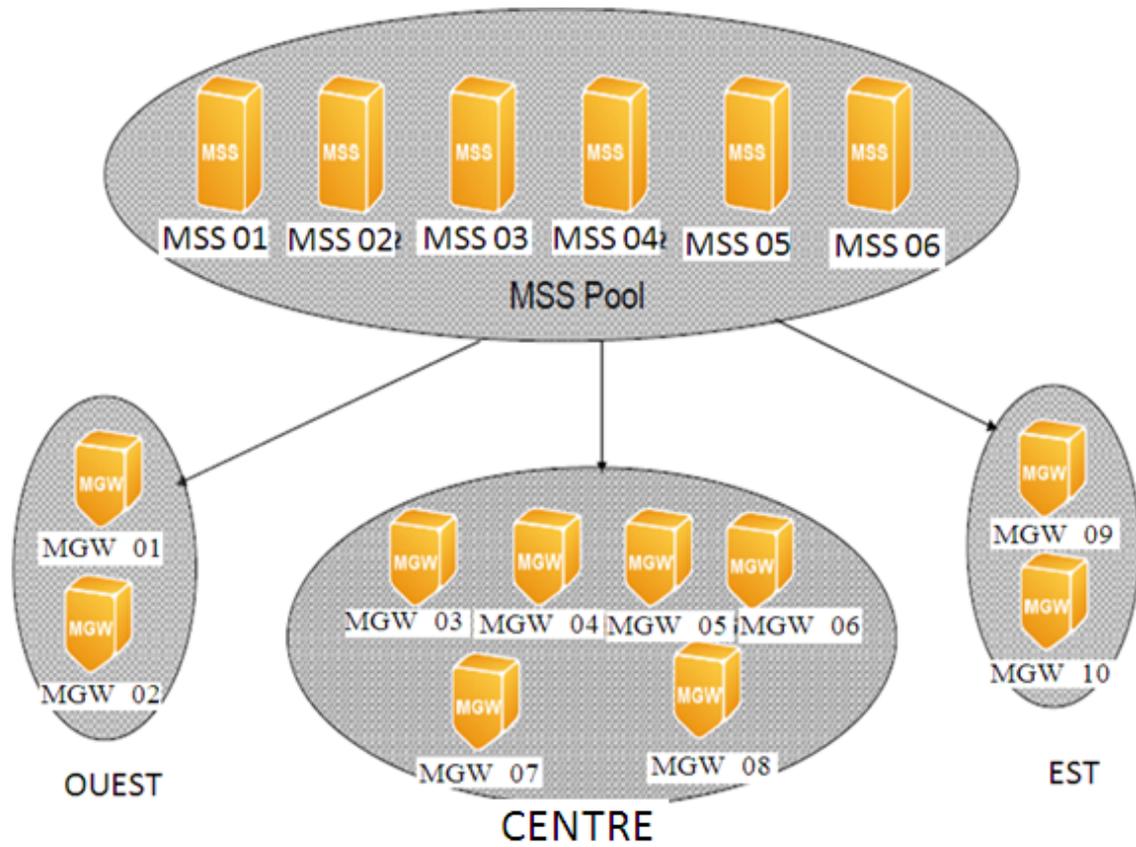


Figure IV-9-Architecture du réseau (plan contrôle).

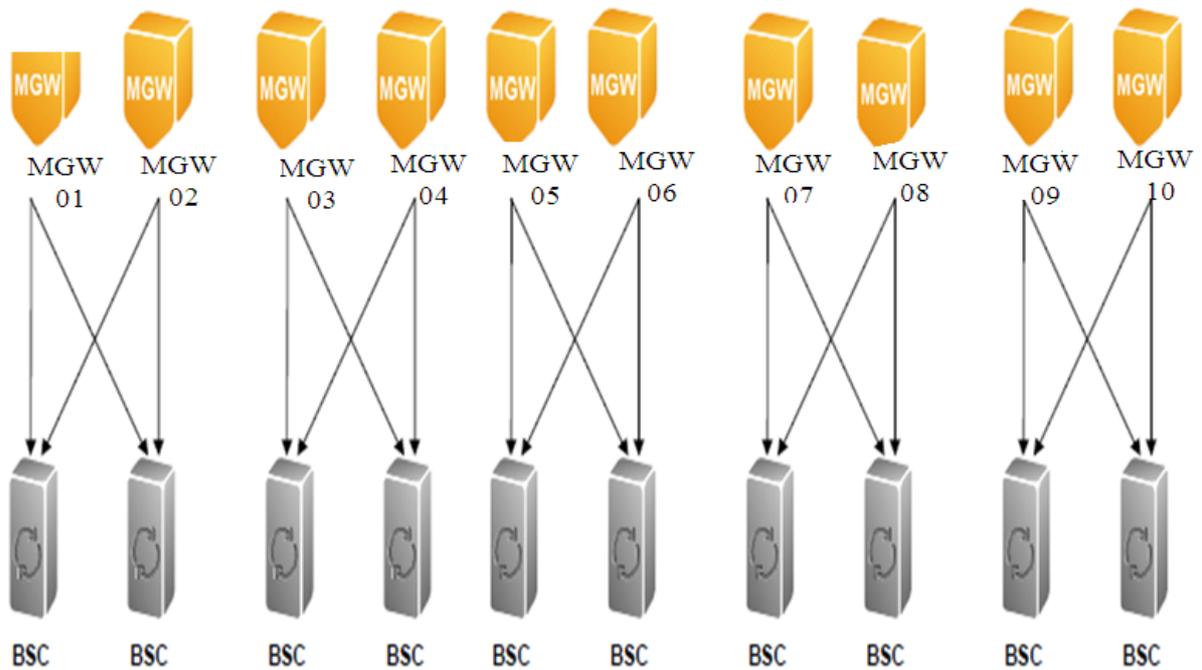


Figure IV-10-Architecture du réseau (plan usager)

IV.3.2 Incidences sur le Hardware

IV.3.2.1 Planification de la capacité du VLR

Afin de pouvoir offrir une résilience au niveau du registre VLR , leur capacité doit être partagée entre tous les MSS.

Le Pool exige que la capacité globale du VLR soit partagée entre tous les MSS du pool.

$$\frac{7,3\text{millions}}{6} = 1,2 \text{ millions d abonnés}$$

Le partage de la charge signifie que le Pool soit en mesure de gérer la souscription de tous les abonnés du Pool en cas de défaillance de l'un des MSS .Donc la capacité globale du VLR doit être augmentée de 1,2 millions.

Dans ce cas la capacité de chaque VLR après le pool devient :

$$\frac{(7,3+1,2)\text{millions}}{6} = 1,4 \text{ millions d'abonnés}$$

VLR	Capacité
MSS 01	1,4
MSS 02	1,4
MSS 03	1,4
MSS 04	1,4
MSS 05	1,4
MSS 06	1,4

Tableau IV-2-capacité de chaque VLR après le Pool.

IV.3.2.2 Planification de la MGW

Une MGW physique peut être divisée en plusieurs MGWs virtuelles et chaque vMGW est :

- Contrôlée par un MSS.
- Contrôle un ensemble d'E1 connectés au BSC.

Dans le but de permettre à un MSS de Contrôler une MGW, nous allons partager cette dernière en plusieurs vMGWs, chaque vMGW va contrôler un ou plusieurs groupe de circuits (CGR).

En Pooling, sur chaque MSS on définit les vMGWs pour toutes les MGWs, ce qui va permettre de contrôler un contrôleur BSC par 12 CGR (groupe de circuits), dans notre cas, en créant deux CGR sur chaque MSS (cf.fig-IV-11)

Si on prend le cas de la figure suivante (cf.fig-IV-11) où le contrôleur BSC est connecté à deux MGW par 12 E1, nous aurons la configuration suivante :

- Sur chaque MSS, nous allons créer deux CGR ;
- Chaque CGR (groupe de circuits) est contrôlé par une v MGW(MediaGateway virtuelles) ;
- Pour chaque CGR(groupe de circuits), nous allons lui affecter un E1.

Par conséquent :

- Si un MSS est hors service les CGRs contrôlés par ce dernier sont hors service, donc on aura une perte de 16,66%des E1 mais le contrôleur BSC reste toujours accessible, ce qui fait que la région de ce BSC ne sera pas isolée.
- Si une MGW est hors service, 50% des E1 seront perdus, mais la région du contrôleur BSC ne sera pas complètement isolée.

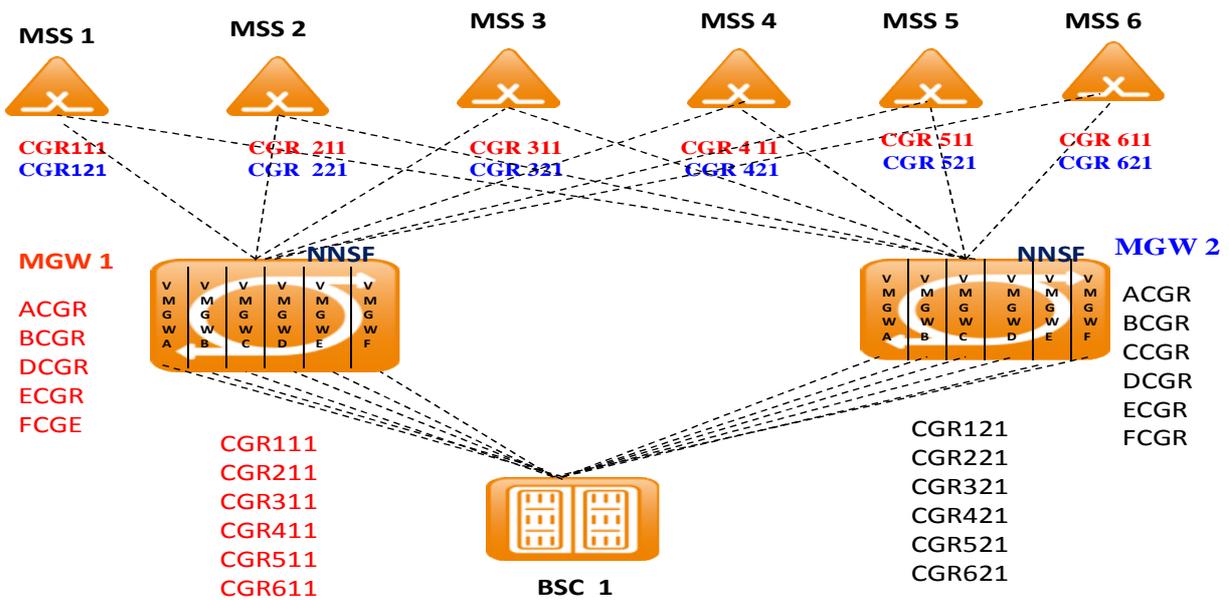


Figure IV-11-division de la MGW en 6 vMGWs.

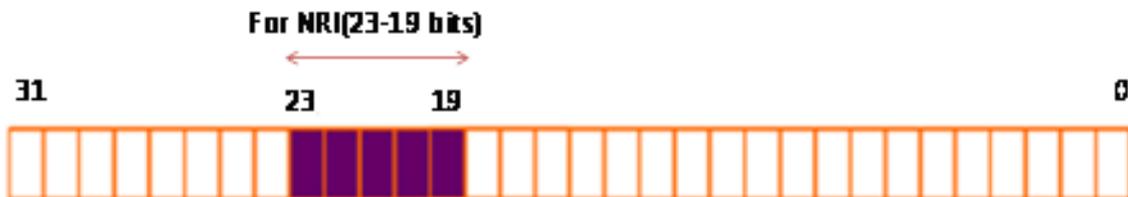
- le nombre de CGR (groupe de circuits) est égale au nombre de vMGWs.
- le nombre de vMGWs est égale au nombre de MSSs.

IV.3.2.3 Planification du NRI

La valeur du NRI est codée dans le TMSI de l'abonné, cette valeur est analysée par la fonction NNSF qui permet de sélectionner un MSS à l'intérieur du Pool pendant les transactions entre l'abonné et le réseau cœur. Le NNSF utilise cette information pour coordonner et maintenir la transaction de manière que chaque abonné identifie son MSS par le NRI contenu dans le TMSI.

- Considérons le réseau de wataniya release 4
 - ✓ Nombre de Pool dans le réseau=1
 - ✓ Nombre de MSS dans le Pool=6.
 - ✓ Nombre de NRI par MSS=2, (1+1Null-NRI).
 - ✓ Nombre total de NRI nécessaire=12, (1 pool * 6 MSS * 2 NRI).
 - ✓ Par conséquent, la longueur nécessaire de NRI=5(31 valeurs possibles de NRI).
 - ✓ Avec une longueur de NRI=5, le TMSI disponible par MSS sera de 16777216.

Avec une longueur de NRI de 5 bits (cf.fig-IV-12) un total de 31 valeurs NRI sont disponibles. Chaque MSS du Pool lui sera attribué une valeur NRI en plus d'un null-NRI (cf.fig-IV-3) ce qui implique que seulement 12 valeurs seront utilisées et les 17 autres restantes seront réservées pour un usage futur.



-Figure IV-12-longueur du NRI dans le TMSI

MSS	Longueur	NRI	NULL-NRI
MSS 01	5	1	0
MSS 02	5	3	2
MSS 03	5	5	4
MSS 04	5	7	6
MSS 05	5	9	8
MSS 06	5	11	10

Tableau IV-3-tableau du NRI planifié.

IV.3.2.4 Planification du CGR (groupe de circuits)

Un CGR est un groupe de circuits utiliser dans le MSC server le MSC server pour regrouper un ensemble de circuits qui se dirige vers la même destination, par contre dans une MGW il est utiliser pour allouer les circuits TDM au bon MSC server à travers la configuration de la vMGW.

Sachant que sans le Pool :

- Chaque MSS contrôle deux MGW ;
- Chaque MGW est contrôlée par un seul MSS.
- Chaque BSC est connecté à une MGW.

Donc pour chaque contrôleur BSC un seul CGR est attribué pour un seul MSS (cf.fig-IV-13).

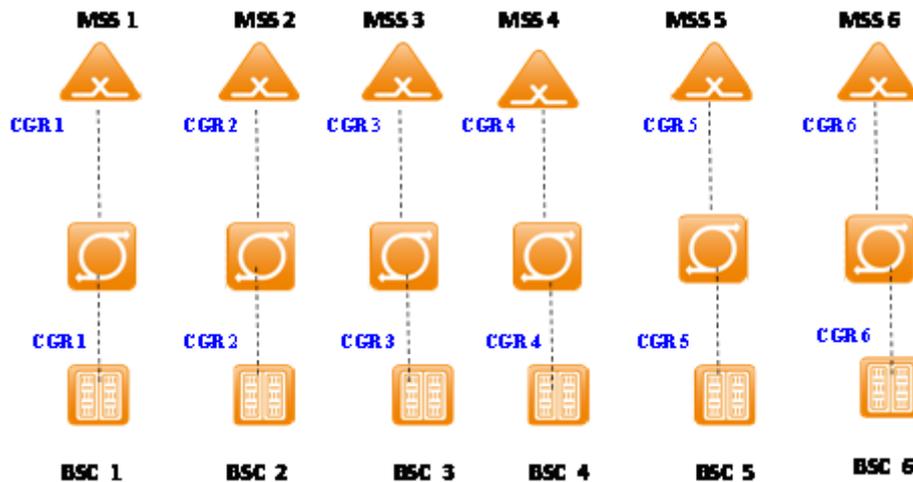


Figure IV-13-l'interface A sans le Pooling.

Dans le cas ou un MSS crache tous les contrôleurs BSC connectés à la MGW gérées par ce MSS deviendront hors service et dans le cas ou une défaillance se produit au niveau de la MGW,les BSC connectés à celle-ci seront complètement hors service .

Dans la solution du Pool on aura :

- Chaque MSS contrôle toutes les MGWs .
- Chaque BSC est connecté à deux MGWs .

Avec le pooling tous les E1 seront contrôlés par tous les MSS en créant un CGR sur chaque MSS qui contrôle une partie des E1. Ainsi, le partage des E1 entre les MSSs sera équitable figure).

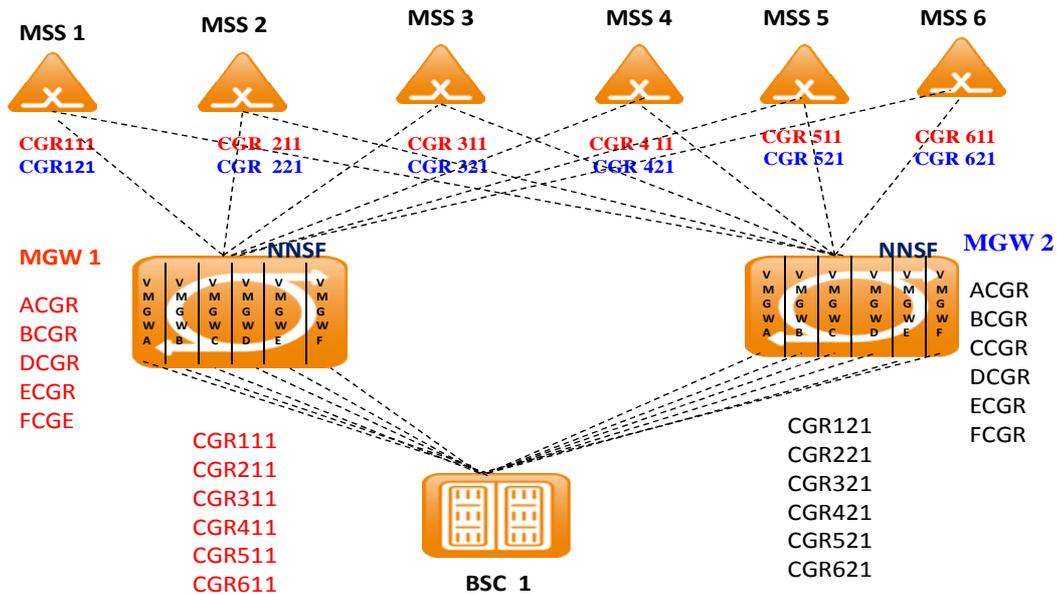


Figure IV-14-partage des CGR sur les MSS

Dans le cas où un MSS crache le contrôleur BSC ne sera pas hors service mais seulement 16,66% des E1 seront hors service, c'est-à-dire seulement les E1 du CGR contrôlée par ce MSS seront hors service.

Dans le cas où une MGW crache, le BSC connecté à cette MGW perdra 50% des E1, mais ne sera pas complètement pas hors service.

- Le nombre de CGR (groupe de circuits) dépend du nombre de MSS.
- Le nombre de E1 dans chaque CGR est proportionnel au trafic.
- Chaque MSS comporte des CGRs dédiées pour chaque BSC.

IV.3.3 Incidence sur le Software

Afin d'introduire la solution MSS in Pool dans le réseau cœur de Wataniya certains de ses organes doivent être mise à jour.

- Pour les caractéristiques d'intégration des BSC indépendantes, aucun BSC n'exige une addition software ;
- La sélection du MSS est déplacé à la MGW, dans ce cas, on intégrera dans celle-ci la fonction NNSF basée du l'algorithme **ROUNDROMAIN** qui la gèrera ;
- La MGW doit partager la charge de son trafic sur tous les MSS du Pool pour que cela une fonction software virtuelle MGW est configuré pour chaque MSS.

- Les MSS doivent gérer les BSCs de toutes les MGW qui sont dans le Pool, dans ce cas on intégrera une fonction software CGR SPLIT qui gèrera le partage des E1.

IV.4 RESEAU FUTUR DE WATANIYA AVEC UN SEUL POOL

IV.4.1 Architecture avec le Pool

La combinaison de toutes les caractéristiques du Pooling nous permet d'avoir cette architecture globale du réseau Wataniya Algérie télécom.

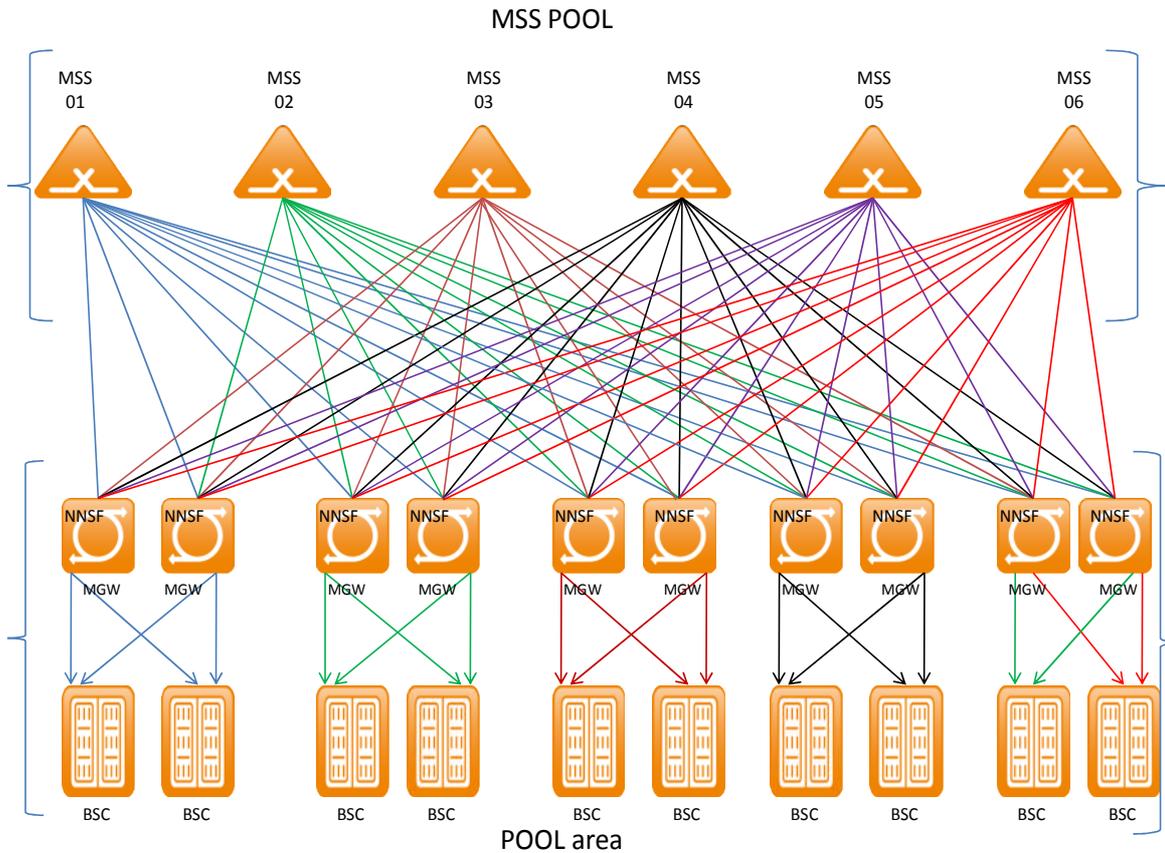


Figure IV-15-Architecture avec le Pool.

IV.4.2 La résilience du réseau

- La résilience dans le plan de control
 Dans ce plan la redondance est à 100%, c'est-à-dire si un MSS tombe en panne les autres MSS du Pool prendront en charge la totalité de ces abonnés.
- La résilience dans le plan usager

Dans ce plan la redondance est à 50%, c'est-à-dire si une MGW tombe en panne le trafic demandé sera diminué de moitié.

IV.4.3 Caractéristiques des équipements

Les nouvelles caractéristiques des équipements du réseau cœur de Wataniya après l'implantation de la solution MSS Pool sont représentées dans le tableau suivant .

Caractéristiques /NE	MSS/VLR	MGW
Nombre	6	10
trafic total	8,5 millions d'abonnés	156 kErl
Redondance	SN+	SN+

Tableau IV-4-caractéristique des équipements

IV.5 CONCLUSION

L'implantation de la solution du Pool dans le réseau GSM nécessite une planification rigoureuse des moyens nécessaires à savoir le nombre des équipements requis, le type de transmission, et la capacité nécessaire...etc. Ceci permettra de mieux organiser le réseau et optimiser ses fonctionnalités.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de notre projet de fin d'études est la compréhension de la mise en œuvre de solutions de recouvrement du réseau en cas de pertes. Nous nous sommes focalisés sur la technique de redéploiement de redondance dans le réseau Nedjma (WTA).

L'accomplissement de cette tâche a nécessité l'approfondissement de nos connaissances en téléphonie mobile notamment dans la partie cœur du réseau GSM. Il fallait dans un premier temps maîtriser l'architecture et les fonctionnalités de chaque entité du réseau pour suivre l'évolution vers la *release* R4. Ensuite, nous avons entamé la problématique de recouvrement en cas de désastre, élucidée à travers diverses étapes de planification de la solution MSS Pooling adoptée par l'opérateur Nedjma sur le plan hardware et les plans architectural et logiciel.

La technologie MSS Pooling permet de traiter les problèmes suivants :

- Défaillance d'un commutateur MSS ;
- Congestion au niveau d'un registre VLR ;
- Congestion de la signalisation.

Nous avons pu constater à travers notre étude que le déploiement de la solution MSS Pooling dans le domaine de commutation de circuits (CS), permet d'augmenter les performances du réseau en termes d'évolutivité c.à.d. en termes de distribution de la charge parmi les différentes parties du réseau, et la réduction de la signalisation.

En revanche, le domaine de commutation de paquets (PS) du réseau Nedjma reste encore vulnérable en cas de désastres. Dans le but de le sécuriser, l'opérateur envisage comme perspective de déployer la solution SGSN Pooling et de l'interconnecter avec le MSS Pooling à travers l'interface Gs. Cette solution repose sur le principe du partage de la charge de travail entre tous les SGSN du Pool.

Bibliographie

- [1] Houcine NAJI, "Développement d'une chaîne de mesure pour l'évaluation de couverture GSM ", Rapport de projet de fin d'étude, SUP'COM 2005/2006.
- [2] SAIDA HAMMAMI, "Développement d'un outil de traitement et d'analyse des traces de l'interface A", SUP'COM 2005/2006.
- [3] GSM, "Architecture, Interfaces et Identités", EFFORT, <http://www.effort.com>, 2008.
- [4] Document Technique Nokia Siemens "Networks Rapport HLD. V.21", 2008.
- [5] Document Technique Huawei , "The Development and Evolution of 3GPP", Huawei technology co.Ltd , 2004.
- [6] Dr.Ing Wolfong Gronzo, "3rd Generation Mobile Communication System (Mobile communication système II) ".
- [7] Simon ZNATY , "Next Generation Network (NGN) dans les réseaux mobiles", EFFORT, 2005.
- [8] Document Technique Nokia Networks , "Introduction MSC serveur système, Migration to MSS ", 2005.
- [9] Document Technique Nokia Networks, "Introduction MSC serveur système, Split og control and user plane ",2005.
- [10] Document Technique Nokia Siemens Networks , "MSS Site Conectivity".
- [11] "Overview of 3GPP Release 4, Summary of all Release 4 Features V.1.1.0", by ETSI Mobile competence, 2004.
- [12] Document Technique Nokia Networks, "MGW Architecture et Fonctionnalités ", 2005.
- [13] Document Technique Nokia Networks , "MSS Architecture et Fonctionnalités ", 2005.
- [14] Document Technique Nokia Siemens Networks, "Site Conectivity for CS Network".

[15] Cisco Networking Academy, "CCNA exploration 4.0, Cisco Systems Inc", 2007/2008.

[16] Document Technique Nokia Siemens Networks, "IP Network Layer Sitting", 2009.

[17] Document Technique Huawei, "MSC Pool User Manual", Huawei technology co.Ltd, 2009.

[18] Document Technique Nokia Siemens Networks, "RAN Independent Multipoint A/Iu Introduction".

Résumé

Ce travail présente l'étude du redéploiement de redondance dans le réseau Wataniya Telecom Algérie-Nedjma, Nous avons tout d'abord présenté l'infrastructure du réseau GSM et ses principales caractéristiques. Ensuite nous avons abordé l'évolution NGN de la téléphonie mobile vers la Release 4. Après nous avons décrit la solution MSS Pooling ; Et à la fin , nous avons déroulé les différentes étapes de planification de cette solution dans le domaine de commutation de circuits.